



**HAL**  
open science

# La vidéo-diffusion à la communauté urbaine de Bordeaux

Étienne Labat-Labourdette

► **To cite this version:**

Étienne Labat-Labourdette. La vidéo-diffusion à la communauté urbaine de Bordeaux. Systèmes et contrôle [cs.SY]. 2011. dumas-01233400

**HAL Id: dumas-01233400**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01233400v1>**

Submitted on 25 Nov 2015

**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.

**CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS**

**CENTRE REGIONAL ASSOCIE DE BORDEAUX**

---

**MEMOIRE**

**présenté en vue d'obtenir**

**le DIPLOME D'INGENIEUR CNAM**

**SPECIALITE : informatique**

**OPTION : architecture et ingénierie des systèmes et des logiciels (AISL)**

**par**

**Etienne LABAT-LABOURDETTE**

---

**La Vidéo-diffusion à la Communauté Urbaine de Bordeaux**

**Soutenu le 04 Juillet 2011**

---

**JURY**

**PRESIDENT : Monsieur Philippe RIGAUX, Professeur CNAM Paris**

**MEMBRES : Monsieur Richard CASTANET, Professeur CNAM Bordeaux**

**Monsieur Laurent FALLOT, Maître de Conférences Université Bordeaux 3**

**Monsieur Mohamed MOSBAH, Professeur IPB / ENSEIRB-MATMECA**

**Monsieur Akka ZEMMARI, Maître de Conférences Université Bordeaux 4**

**Monsieur Patrice LACOSTE - Responsable service production DSI- CUB**

**Monsieur Ludovic DOIT - Adjoint au responsable du centre infrastructure  
informatique et téléphonie - DSI- CUB**

## Remerciements

En septembre 2007, en arrivant à la DSI de la CUB, sans sous-estimer les relations étroites de collaboration qui existent entre les cadres dirigeants et les équipes de production, je n'imaginai pas bien la portée du projet de refonte du réseau engagé et la manière dont serait confiée la gestion de ses sous-projets.

Quelques mois plus tard, c'est avec beaucoup de plaisir (et aussi une certaine appréhension) que j'ai accepté de prendre en charge le projet de vidéo-diffusion.

La confiance accordée par Frédéric AUBERT - responsable du centre infrastructure informatique et téléphonie - , et Patrice LACOSTE - responsable du service production -, m'a permis de m'engager pleinement dans ce projet dont je n'étais pas l'initiateur et sur lequel je n'avais alors que peu d'informations.

Je tiens à les remercier sincèrement pour toute l'aide qu'ils m'ont apportée ( et qu'ils m'apportent encore) dans la pleine réalisation de ce projet.

Je remercie également, le CNAM, son équipe administrative efficace et l'ensemble des enseignants dont j'ai suivi les cours. Et en particulier Richard CASTANET qui a su apporter une critique toujours constructive lors des mes interventions pendant ses cours du module réseau, lors de la préparation du probatoire sur les protocoles 802.1n puis lors des cours suivis à l'ENSEIRB avec les étudiants ingénieurs et enfin lors de l'écriture sur la mise en œuvre du projet de vidéo-diffusion de la CUB pour lequel j'ai réalisé ce mémoire.

Enfin, je remercie les membres du jury qui ont bien voulu accepter la lecture de ce mémoire que j'espère assez captivant, et dont la soutenance me permettra d'apporter un éclairage et un son nouveau, voire même... une vidéo-diffusion.

## Liste des abréviations

VD/IP :	vidéo-diffusion sur IP
VOD :	Vidéo on demand (vidéo à la demande)
SDR :	Schéma Directeur Réseau
RHDA :	réseau haut débit d'agglomération
IP/MPLS :	Multiprotocol Label Switching
AMO :	Assistance à Maîtrise d'Ouvrage
PPI :	Plan Pluriannuel d'Investissement.
VLAN :	Virtual Local Area Network
RTMP :	Real-Time Messaging Protocol
WME :	Windows Media Encodeur
WMS :	Windows Media Services
WMV :	Windows Media Video
ASF :	Advanced Systems Format
MMS :	Microsoft Media Serveur
AFMLE :	Adobe Flash Media Live Encodeur
FMS :	Flash Media Server
ACS :	Access Control Server
DSCP :	Differentiated Services Code Point
YUV :	Espace colorimétrique en trois composantes.

## Glossaire

De nombreux termes techniques sont largement décrit dans ce mémoire. D'autres termes ne sont définis que dans les lignes suivantes.

fibres noires : Fibre optique nue, louée à l'état brut, sans équipement actif aux extrémités de la fibre.

progressive download : méthode de diffusion de vidéo sans serveur spécifique utilisant le plus souvent un lecteur Flash.

Streaming : de l'anglais stream pour courant, terme couramment utilisé pour la « diffusion » du son ou de l'image au fil de l'eau.

unicast : Définit une connexion réseau point à point.

multicast : Définit un mode de connexion réseau entre une source unique et un groupe de récepteurs. Ce type de technologie impose une participation des éléments actifs du réseau

## Table des matières

Remerciements.....	2
Liste des abréviations.....	3
Glossaire.....	4
Table des matières.....	5
Introduction : La vidéo-diffusion : Une volonté de transparence de la vie politique.....	8
Présentation de la CUB.....	10
Contexte global et politique du projet .....	15
Contexte de mise en œuvre du projet .....	16
<b>I UNE NOUVELLE INFRASTRUCTURE DE RÉSEAUX ET DE MATÉRIELS .....</b>	<b>17</b>
I.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET FIL'IP.....	17
I.1.1 Rappel de l'histoire : Le Schéma Directeur Réseau (SDR) .....	17
I.1.2 Description du projet Fil'IP.....	19
I.1.2.1 Les objectifs et l'amélioration des services .....	19
I.1.2.2 Les contraintes financières .....	22
I.1.2.3 Les contraintes de délais.....	24
I.1.3 Méthodologie particulière et organisation associée des sous-projets de Fil'IP.....	25
I.1.3.1 Méthodologie de conduite de projet .....	26
I.1.3.2 Les contraintes organisationnelles .....	28
I.1.4 Les différents jalons contractuels.....	30
I.2 LA VIDÉO-DIFFUSION DANS LE PROJET FIL'IP.....	30
I.2.1 Les problématiques spécifiques aux applications de vidéo sur IP.....	31
I.2.1.1 Numériser la vidéo.....	31
I.2.1.2 Diffuser la vidéo numérisée.....	42
I.2.2 Des technologies de vidéo-diffusion incontournables.....	46
I.2.2.1 Windows Media Services de Microsoft.....	47
I.2.2.2 Flash Media Server d'Adobe Systems.....	48
I.2.3 Un équipement de captation spécifique à l'Hôtel de Communauté.....	49

I.2.3.1	En salle du Conseil : des caméras analogiques pilotables à distance.....	50
I.2.3.2	En régie : Une baie hébergeant des dispositifs électroniques conséquents.....	52
I.2.3.3	Un poste de pilotage complet en régie.....	54
I.2.3.4	Une batterie de serveurs et de matériels spécifiques à la vidéo-diffusion en salle blanche	55
I.2.4	Un projet « moderne » mobilisant de nombreux participants internes et externes.....	57
I.2.4.1	Des partenaires professionnels: « intégrateurs » et « régisseurs ».....	57
I.2.4.2	Des services très concernés et des éditeurs de contenus à informer.....	58
I.2.5	Une réglementation spécifique pour un type de contenu sensible.....	60
I.2.5.1	Droits et devoirs de la CUB.....	60
I.2.5.2	La Conservation des sources .....	61
<b>II</b>	<b>LA VIDÉO-DIFFUSION PAR L'EXEMPLE : LES SÉANCES DU CONSEIL DE COMMUNAUTÉ.....</b>	<b>62</b>
II.1	UNE DIFFUSION SUR L'INTRANET EN HAUTE QUALITÉ AVEC WINDOWS MEDIA SERVICES.....	62
II.1.1	Les technologies Microsoft de bout en bout sur l'intranet.....	62
II.1.1.1	Synoptique des flux de diffusion pour l'intranet.....	63
II.1.1.2	Un direct en multi-diffusion.....	64
II.1.1.3	Une diffusion de la VOD en mono-diffusion et en qualité adaptée au débit disponible..	69
II.1.2	Migration du serveur : De nouvelles possibilités.....	70
II.1.2.1	Un nouveau WMS.....	70
II.1.2.2	« Smooth-streaming » et « Silverlight ».....	71
II.1.2.3	Windows Expression Encodeur.....	72
II.2	UNE ÉVOLUTION RÉGULIÈRE DES POSSIBILITÉS DE VD/IP SUR INTERNET.....	74
II.2.1	La diffusion en direct sur internet maîtrisée avec un serveur FMS.....	74
II.2.1.1	Synoptique du flux vidéo sur Internet.....	74
II.2.1.2	Utilisation d'« Adobe Flash Media Live Encoder » pour l'envoi d'un flux RTMP au serveur FMS.....	76
II.2.1.3	Remise en cause d'un hébergement non qualifié pour la vidéo.....	77
II.2.1.4	Red5 : une alternative libre au serveur FMS.....	81
II.2.2	Indexation des vidéos du conseil de Communauté.....	82
II.2.2.1	Premier essais de « pseudo-streaming » et expérimentation du HTML5.....	82
II.2.2.2	Indexation des vidéo et streaming FMS.....	86
II.3	VERS UNE QUALITÉ DE SERVICE INDISPENSABLE.....	87
II.3.1	La sécurisation des accès et la QoS à la CUB.....	87
II.3.2	surveillance du matériel et de ses défaillances.....	89
II.3.3	Un serveur de diffusion qui gère les congestions réseaux.....	90
II.4	PROSPECTIVES LOCALES ET MONDIALES.....	92
II.4.1	Une solution Intranet « incontestable » ?.....	92

II.4.1.1 L'hégémonie des produits Microsoft.....	92
II.4.1.2 Des navigateurs « étrangers » et des systèmes d'exploitation alternatifs ignorés .....	93
II.4.1.3 L'avenir de la VD/IP sur l'intranet.....	95
II.4.2 Des recommandations pour l'accès au plus grand nombre.....	97
II.4.2.1 Format ouverts, brevets et standard de faits dans le secteur public.....	97
II.4.2.2 Le référentiel d'accessibilité des services de communication publique en ligne .....	98
II.4.2.3 L'avenir de la VD/IP sur Internet.....	99
Conclusion.....	103
Bibliographie.....	104
Table des annexes.....	109
Annexe 1 : La communication de la CUB sur la vidéo-diffusion.....	110
Annexe 2 : Organigramme de la CUB.....	112
Annexe3 : La vidéo dans le programme fonctionnel.....	113
Annexe 4 : Comparaison entre le planning prévisionnel et le planning réel.....	115
Annexe 5 : Dossier technique de la régie et de la salle serveur.....	116
Annexe 6 : Procédure de publication d'un flux vidéo pour Internet (extraits).....	132
Annexe7 : La surveillance des infrastructures avec CACTI.....	138

## **Introduction : La vidéo-diffusion : Une volonté de transparence de la vie politique**

La communication est pour les élus et les instances qu'ils dirigent, un moyen essentiel de valoriser les actions entreprises et à venir.

Les réseaux intranet et Internet ont pris une place considérable depuis quelques années parmi les outils de communication utilisés aussi bien vis à vis des agents que des citoyens.

L'avènement du haut et du très haut débit permet de démocratiser le support vidéo en développant l'utilisation de la diffusion en direct et en différé d'événements ou de programmes.

Aussi, c'est assez naturellement que la question de l'utilisation de la vidéo sur IP s'est posée à la CUB avant d'être « affichée » comme une volonté politique<sup>1</sup>.

Cette volonté politique de transparence et de modernité n'aurait pu être affirmée sans que les conditions techniques de réseaux, de matériels et d'infrastructures ne soient préalablement remplies.

C'est le projet Fil'IP qui a permis cela. Anciennement nommé "*Évolution Réseau*", ce projet avait pour objectif le renouvellement des infrastructures réseaux informatiques, téléphoniques et vidéos.

*Après une rapide présentation de la Communauté Urbaine de Bordeaux, la description du Projet Fil'IP permet de présenter le contexte global dans lequel la vidéo sur IP y est apparue avec en particulier le cadre organisationnel et la méthodologie appliquée.*

La diversité des domaines concernés par la vidéo sur IP (vidéo de réunion publique, vidéo-surveillance, Web TV, visioconférence) multiplie par autant les problématiques.

---

<sup>1</sup>Cf annexe 1 :Une inscription au règlement intérieur du « Conseil de la CUB » et « Un plan de mandature qui assure la transparence »

C'est pourquoi n'est présenté ici que le projet de « vidéo-diffusion »(VD/IP) : terme raccourci pour définir la diffusion<sup>2</sup> d'un flux vidéo sur IP sur le réseau intranet communautaire et l'Internet.

*L'infrastructure du dispositif de vidéo-diffusion constitue, par conséquent, la fin de la première partie, après un rappel des problématiques liées à la numérisation des vidéos, leur diffusion sur les réseaux IP et la présentation des deux technologies retenues.*

*Dans la deuxième partie, à travers l'expérience des premières diffusions des séances du Conseil de la CUB, les technologies utilisées, modifiées ou adaptées sont décortiquées ; les réseaux auscultés et analysés avant d'être qualifiés pour répondre à une qualité de service indispensable sur le réseau mutualisé de la CUB.*

*Sur ces mêmes exemples, la comparaison avec la diffusion sur Internet est présentée.*

*Des questions suivent l'analyse de la diffusion des conseils afin de définir les axes d'amélioration de ce nouveau service avec entre autres, une réflexion autour d'un décret ministériel, des débats sur les formats ouverts et l'utilisation de logiciels libres.*

---

<sup>2</sup>Le terme au pluriel (les diffusions) peut également être utilisé pour différencier la VD/IP sur le réseau intranet de la CUB de la VD/IP sur Internet.

## **Présentation de la CUB.**

La Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB) regroupe 27 communes autour de trois objectifs : Réaliser les grands équipements d'agglomération, moderniser les services urbains et développer l'économie locale. 2500 agents répartis sur une trentaine de sites sont mobilisés pour y parvenir. L'hôtel de communauté en est le point central où s'y déroule le conseil de communauté, l'organe décisionnel de la CUB, présidé par Vincent Feltesse.

- ***Historique***

La Communauté Urbaine de Bordeaux a été créée le 1er janvier 1968 suite à la loi du 31 décembre 1966 qui fixe le cadre des compétences et missions d'une collectivité territoriale.

Quelques dates clés :

- 1968 : Réalisation du premier tronçon des boulevards, de la barrière de Médoc à la barrière d'Arès.
- 1973 : Gertrude innove dans la gestion du trafic automobile.
- 1978 : Apparition des premiers couloirs de bus.
- 2001 : Démarrage de la construction du réseau du tramway.
- 2006 : Début des travaux pour le réseau haut débit d'agglomération (RHDA) en fibre optique.

- ***Les missions***

Les missions de la Communauté Urbaine de Bordeaux correspondent aux 12 compétences attribuées aux communautés urbaines par la loi pré-citée :

- Le développement économique.
- L'urbanisme.
- L'habitat.
- L'environnement (tri, collecte et traitement des déchets).
- L'eau et l'assainissement.

- Les transports urbains.
- La voirie – la signalisation.
- Le stationnement.
- Les abattoirs – le Marché d’Intérêt National.
- Les cimetières.

Parmi les grands projets de ces dernières années, celui du Réseau Haut Débit d’Agglomération (RHDA) a été déterminant pour le projet « *Évolution Réseau* » issu du Schéma Directeur Réseau de la CUB.

Après trois ans de construction, ce réseau communautaire, désormais appelé INOLIA, est maintenant en pleine exploitation et grâce à l’interconnexion d’une centaine de sites, affiche un chiffre d’affaire de 3,55M€ (données 2009).

- ***Le budget***

En 2009, avec un budget de 988 Millions d’euros, la CUB a dépensé 480 Millions d’euros en frais et fonctionnement et 508 Millions au financement des investissements. Le diagramme suivant présente la répartition en pourcentage, les frais d’équipements étant compris dans les investissements:

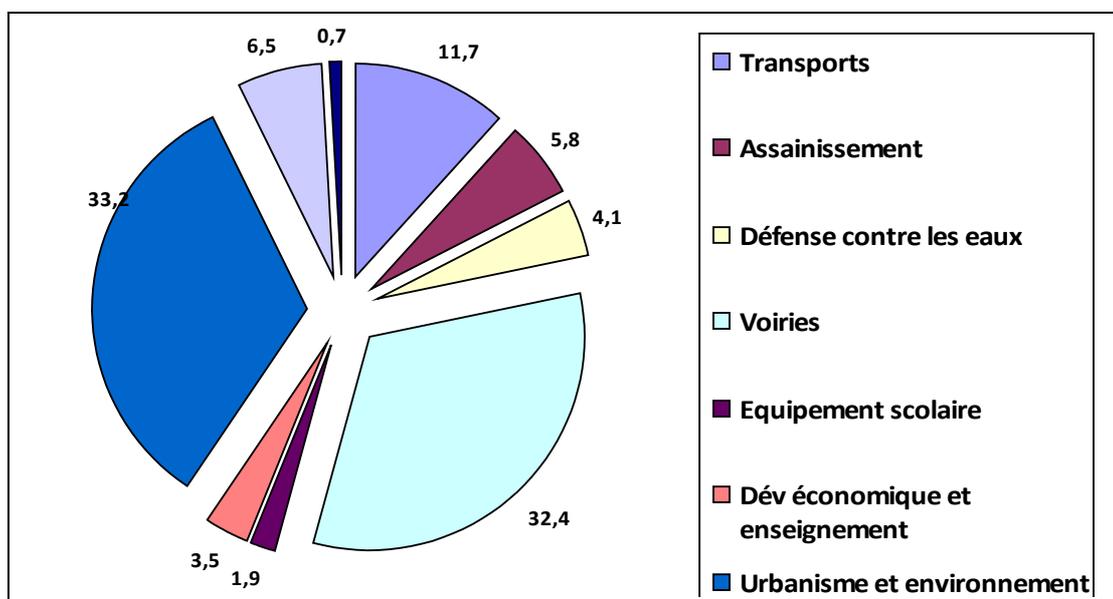


Illustration 1: Programme d'équipements 2009

- *L'organisation des services*

## **Organisation politique et décisionnel**

- Le Président

Le Président est élu par les conseillers à la majorité absolue et à bulletin secret. Responsable de l'administration, il incarne le pouvoir exécutif de la CUB, réunit le conseil, fixe son ordre du jour, prépare et exécute ses délibérations. Le président peut déléguer ses fonctions à des élus ou à des fonctionnaires.

Monsieur Vincent Feltesse est le Président de la CUB depuis le 13 juillet 2007. Il est également maire de Blanquefort et secrétaire national adjoint du Parti Socialiste en charge des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC).

- Le Conseil de communauté

Ce conseil est chargé de prendre les décisions internes et externes de la CUB et il est composé de 120 conseillers issus des 27 communes membres de la CUB.

- Les 23 commissions

Elles sont composées d'élus communautaires et présidées par 36 vices présidents. Elles correspondent aux différents domaines de compétences de la CUB ainsi qu'à ses activités transversales. (Ex : Commission d'Appels d'Offres, Commission d'Hygiène de Sécurité et des Conditions de Travail).

- Le Bureau

Le Bureau compte 36 vice-présidents élus à scrutin uninominal secret, 4 conseillers délégués et le président. Chargé de définir les orientations globales, c'est l'instance politique d'information, de débat, d'orientation et de validation. Chaque vice-président, est chargé, par nomination du président, de la délégation de responsabilité sur des compétences spécifiques.

- Les groupes politiques

Les conseillers peuvent se constituer en groupe politique. Le nombre nécessaire pour constituer un groupe est fixé par le règlement intérieur du Conseil qui définit également les moyens dont ils disposent. La CUB compte quatre groupes politiques : Élus socialistes et apparentés, communauté d'avenir, élus communistes et apparentés, les Verts-Europe Ecologie.

### Organisation administrative

L'organisation administrative de la CUB est composée de six pôles opérationnels décomposés en une trentaine de directions. Depuis début 2011, une réorganisation des directions est en cours<sup>3</sup>.

- **La Direction des Systèmes d'Informations**

La DSI est composée de 43 agents répartis selon l'organigramme suivant :

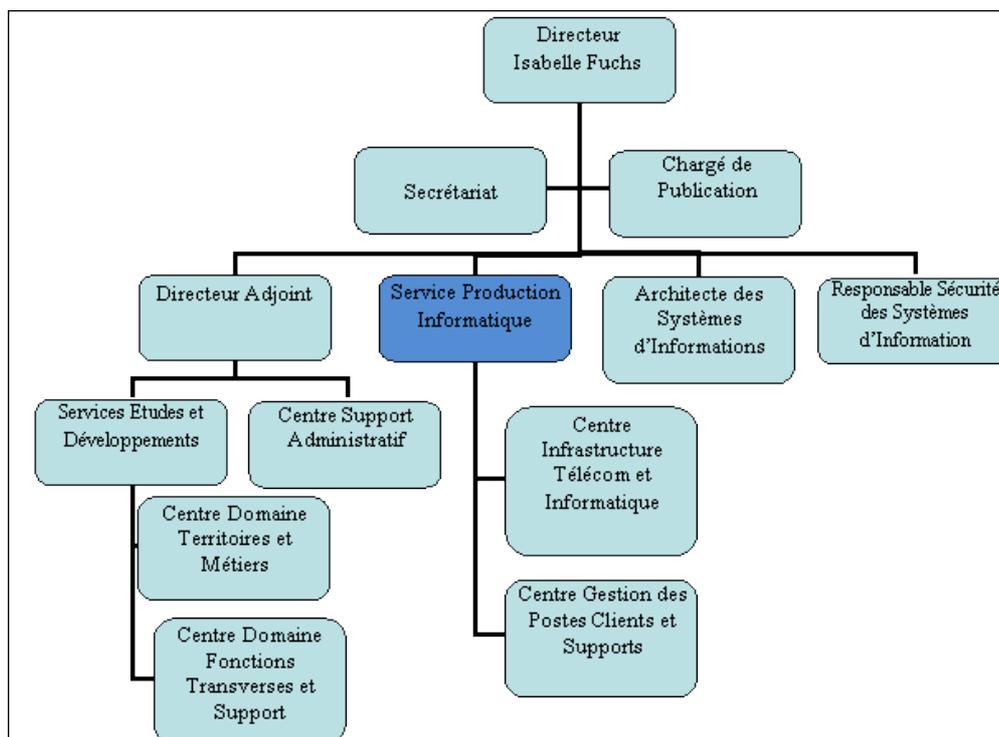


Illustration 2: Organigramme de la DSI

<sup>3</sup>le nouvel organigramme de la CUB est disponible en annexe 2.

### **Les missions de la DSI**

- Elle développe et maintient les systèmes d'information de la CUB.
- Elle garantit leur intégrité, leur cohérence et leur sécurité.
- Elle établit le schéma directeur informatique et le met en œuvre.
- Elle réalise directement ou en conduite d'opération tout développement d'application nécessaire au fonctionnement de la CUB.
- Elle assure la coordination des réflexions prospectives et la diffusion des propositions dans le domaine des nouvelles technologies.
- Elle assure une mission de veille technologique.

### **Le budget de la DSI**

Le budget global en 2010 était de 7 882 418 € réparti comme suit :

- L'investissement qui regroupe les achats de matériels et logiciels professionnels ainsi que les études et réalisation de projets, soit : 3 469 456 €.

- Les coûts de fonctionnement qui concernent les abonnements téléphoniques et Internet, les contrats d'assistance et de maintenance ainsi que l'achat de licences pour les logiciels de bureautique, soit 4 412 962 €.

Les coûts de personnel sont exclus du budget de fonctionnement.

## Contexte global et politique du projet

Après un engouement légitime pour la mise en ligne de vidéos « amateurs » sur des sites web « classiques », une offre professionnelle d'hébergement et de diffusion de vidéo en direct et en différé s'est progressivement étoffée.

Des entreprises spécialisées proposent maintenant des solutions « B to B » destinées principalement aux entreprises et aux collectivités souhaitant externaliser ce service.

Les technologies spécifiques de vidéo-diffusion installées sur les serveurs déployés sont disponibles en dehors de ces plateformes de « cloud computing »<sup>4</sup>.

Le choix d'externaliser ces services tient donc dans la volonté des élus et des DSI de garder ou non la maîtrise des données de leurs institutions.

En effet, le « cloud computing » soulève des questionnements sur la sécurisation, le niveau de dépendance vis-à-vis de ses fournisseurs et surtout du risque de "fermeture" de son système d'information d'un point de vue technologique (formats privatifs des données, absence de standardisation, d'interopérabilité...).

Mais le recours aux entreprises spécialisées est souvent la seule solution économique satisfaisante permettant d'offrir un service de qualité.

C'est pourquoi certaines collectivités - même de taille importante - ont choisi d'opter pour la VD/IP 100% hébergée. D'autres passent par une phase de test d'externalisation, pouvant ainsi changer ultérieurement en investissant sur une technologie particulière. Enfin, d'autres collectivités – dont la CUB – ont choisi d'expérimenter une technologie en interne : D'une part pour profiter de la mutualisation des nouveaux réseaux en proposant un service en interne de qualité optimale, d'autre part pour ne pas confier ce service sans s'assurer d'en maîtriser tous les aspects.

---

<sup>4</sup>Le cloud computing désigne plus généralement la « virtualisation externalisée » de toutes les infrastructures d'une entreprises.

## Contexte de mise en œuvre du projet

*La VD/IP, une simple « expérimentation » au milieu d'un grand projet « Évolution Réseau »?*

Pour renouveler les matériels réseaux et moderniser l'architecture existante, un appel d'offre a été lancé fin 2006.

Un cahier des charges bien spécifique comprenant plusieurs lots a été réalisé afin de mieux prévoir les besoins et investissements nécessaires pour chaque sous projet : Le Programme Fonctionnel.

C'est dans ce document qui définit de manière détaillée l'ensemble des besoins, objectifs et caractéristiques techniques à respecter dans le cadre du contrat qu'est écrit la genèse du projet de vidéo-diffusion.

En effet, la tranche ferme du lot un précise que « le prestataire doit mettre en place une expérimentation de VD/IP dans le but d'être validée et si besoin de l'industrialiser ».

On n'est donc pas au même niveau d'attente (obligation de moyens mais pas de résultat) que pour l'écosystème de téléphonie sur IP (élément phare de ce projet Évolution Réseau) mais les enjeux pour le prestataire retenu et la DSI sont tels qu'il y avait là aussi une très forte motivation : si l'expérimentation s'avère concluante le projet a de fortes chances d'être industrialisé.

## **I Une nouvelle infrastructure de réseaux et de matériels**

Le cœur d'un projet de refonte globale d'une infrastructure réseau trouve son origine dans une analyse approfondie de l'existant et un montage minutieux du cahier des charges.

Le bon déroulement du déploiement et la montée en puissance des dispositifs tiennent à l'efficacité des équipes constituées en s'appuyant sur une organisation opérationnelle prégnante et souple.

L'appropriation de nouveaux outils et de nouvelles pratiques passent par une diffusion d'informations pertinentes, voir des formations individuelles et d'un accompagnement adapté.

Ces « grands » principes que l'on retrouve dans le projet Fil'IP, où la VD/IP est apparue, sont détaillés ci-après dans le temps.

D'autres principes, autour de la numérisation et de la diffusion de la vidéo sont ensuite présentés et permettent de comprendre les choix des équipements retenus, spécifiques à la VD/IP.

Cette partie se termine par un retour sur les rôles des intervenants et le cadre légal dans lequel s'inscrit la VD/IP.

### **I.1 Présentation générale du projet Fil'IP**

La VD/IP doit son existence au projet Fil'IP. Des explications sur l'origine du projet, ses objectifs et ses contraintes, son organisation et sa programmation éclairent de manière évidente le lien de « parenté ».

#### **I.1.1 Rappel de l'historique : Le Schéma Directeur Réseau (SDR)**

De 2002 à 2004, une étude a été menée sur les performances des infrastructures existantes, les insatisfactions et les attentes des utilisateurs ainsi que celles de la direction générale de la CUB.

Cette étude a nécessité une Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO), au travers d'une prestation réalisée par la société MEDIA2B pour définir les besoins des dix années à venir.

L'animation de vingt-cinq groupes de travail a permis de recueillir toutes les informations nécessaires à la réalisation d'un rapport de synthèse, remis en septembre 2004.

Les doléances nombreuses et les besoins exprimés les plus pertinents sont résumés ci-dessous :

- Applications informatiques inutilisables ou usage dégradé pour les sites distants du fait de débits insuffisants au regard des besoins applicatifs, notamment sur le système d'information géographique (SIG).
- Infrastructure inadaptée aux besoins liés à la vidéo-diffusion.
- Besoin de faire évoluer les usages en termes de vidéo-surveillance via le nouveau réseau et ainsi rendre abordable cette technologie associée jusqu'à présent à un réseau spécifique coûteux.
- Équipements réseaux installés en 1996 donc inadaptés aux besoins exprimés et en fin de support.
- Équipements téléphoniques anciens arrivant également en fin de support.
- Mauvaise maîtrise des coûts liée aux télécoms, à l'informatique et à la téléphonie notamment liée à l'absence de mutualisation.
- Besoin de rationaliser les liens intersites et de diminuer les coûts via la mutualisation et en profitant de l'opportunité d'Inolia.
- Besoin de mettre à disposition des nouveaux services de communication (centres d'appels, vidéo, ...).
- Mise en place de nouveaux outils notamment la convergence téléphonie/informatique (robot d'alerte, messagerie unifiée, ...).
- Améliorer l'intégration des outils de communication existants et à venir (TETRA, GSM, Téléphonie fixe, téléphonie WIFI, ...).

Dans le rapport de synthèse, trois scénarios ont été proposés à la direction générale:

1 - Augmentation des débits réseaux sans changer l'infrastructure de téléphonie.

2 - Augmentation des débits réseaux et interconnexion des PABX sur IP sans changer les terminaux (voix/IP).

3 - Mutualisation complète des équipements réseaux et téléphonique sur IP qui imposait le renouvellement des terminaux de téléphonie (Téléphonie/IP).

La troisième proposition a été retenue et a débouché sur plusieurs projets :

- Appel d'offres infrastructure « fibre noire » pour les sites CUB.
- Projet de mise en conformité/uniformisation des câblages réseaux.
- Projet de mise en conformité du courant secouru dans les sites communautaires.
- Projet de mise en œuvre de la TO/IP.

Les premiers projets se sont traduits par la mise en œuvre du Schéma Directeur Réseau. Le dernier concernant l'évolution des moyens de communications, a été confiée à la DSI : Le projet Évolution Réseau, rebaptisé par la suite FIL'IP.

La délibération n°2006/0497 du 21 juillet 2006 confirme la décision de faire un dialogue compétitif « *Évolution Réseau* ». Le 6 octobre était publié l'avis d'appel à concurrence.

C'est un an et demi plus tard que l'ordre de service sera notifié au titulaire (NextiraOne).

## **I.1.2 Description du projet Fil'IP**

Le projet Fil'IP n'échappe pas aux règles classiques marquées par la confrontations d'objectifs, de délais et de coûts.

### **I.1.2.1 Les objectifs et l'amélioration des services**

Le cahier des charges réalisé de 2004 à fin 2006 définit tous les objectifs à réaliser pour le prestataire retenu. Ceux-ci sont présentés dans le programme fonctionnel, élément clé de l'appel d'offre.

- **Un appel d'offre avec des lots spécialisés**

La Direction Centrale des Achats et Marchés (DCAM) a participé avec la DSI a la réalisation de l'appel d'offre en découpant le projet en trois lots :

- Le premier lot est lui-même décomposé en tranche ferme et tranche conditionnelle tel que l'on peut le voir dans le tableau suivant:

Tranche Ferme	Etape Technique N°1	Installation de l'infrastructure réseau
	Etape Technique N°2	Installation du système de téléphonie
	Expérimentations	Vidéo-surveillance et vidéo-diffusion
Tranches Conditionnelles	Mobilité	Mise en place d'une couverture WIFI
	Redondance	Doublement des équipements définis comme sensibles
	Migration 10 Gb/s	Evolution du débit des fibres optiques de 1Gb/sec à 10Gb/sec

Tableau 1 : détail du lot 1

- Le lot deux permet d'acquérir l'ensemble des matériels et prestations nécessaire au bon déroulement du changement de l'infrastructure et aux évolutions des besoins définis dans le premier lot n'ayant pas été prévus.

- Le lot trois concerne la maintenance des matériels et logiciels pendant les cinq à dix années suivant la réalisation du lot un ou du lot deux.

- **Petit résumé du programme fonctionnel**

- Installation de l'infrastructure réseau :

L'interconnexion des sites distants vers l'hôtel de communauté via des fibres noires ou des liens IP/MPLS<sup>5</sup> est un élément principal de l'étape technique N°1 avec le changement de l'ensemble des commutateurs et du cœur de réseau. Cette étape technique comprend également la mise en œuvre du protocole 802.1x et des outils de surveillance du réseau.

---

<sup>5</sup>Technologies nouvelles (sur base ADSL) autorisant des débits supérieurs à moindre coût (2 Mb/s symétriques minimum), prenant en compte la qualité de service et employées pour les sites communautaires de plus petite dimension (Séгур / Touban / Bourghail / Mermoz / archives / Louis Fargues).

Ces deux derniers points permettent la gestion de la priorité des flux et la sécurité qui définissent la qualité de service<sup>6</sup>.

- Installation du système de téléphonie

L'étape technique N°2 de la tranche ferme correspond à la réalisation de « l'écosystème téléphonique ». Cela comprend:

- Un serveur principal de téléphonie devant supporter jusqu'à 4000 postes clients.

- De nouvelles applications liées à la téléphonie et à son rapprochement avec l'informatique : la messagerie unifiée (téléphones/IP, TETRA, mails).

- Des téléphones plus évolués (affichage du correspondant, affichage de l'annuaire depuis le téléphone, ...).

- La conservation des appels entrants (Unité Centrale de Permanence), et la refonte des serveurs vocaux interactifs (SVI).

- Des centres d'appels plus développés permettant le couplage avec l'informatique.

- Expérimentations vidéos :

La vidéo-diffusion sur IP n'est pas la seule expérimentation réalisée dans le projet Fil'IP. La vidéo-surveillance était elle aussi demandée dans le programme fonctionnel. La vidéo-conférence, la TV/IP et la télé-diffusion ont finalement eu droit à une expérimentation, bien qu'elles n'étaient pas attendues.

Le besoin de mettre en place la VD/IP a été émis par la direction de la communication qui avait pour objectif de proposer un nouveau média à destination des agents et des citoyens de la CUB<sup>7</sup>.

Les moyens envisageaient plusieurs types de captations et de diffusions:

---

<sup>6</sup>La QoS est présenté plus en détail dans la deuxième partie du mémoire, au point II.3

<sup>7</sup>L'annexe 3 : La vidéo dans le programme fonctionnel, détaille les besoins et contraintes définis au départ du projet.

À partir de caméras fixes, placées dans la salle du conseil de communauté et à partir d'une caméra mobile (portable) pour les zooms sur l'orateur et les événements extérieurs.

La diffusion en direct, pour les séances du conseil par exemple, ou en différé pour des campagnes de communications.

De plus, la diffusion de contenu vidéo devait s'adapter à plusieurs types d'environnement clients. Sur le réseau interne le poste client est connu et maîtrisé, alors que sur Internet, leur configuration ne l'est pas<sup>8</sup>.

- « *La mobilité, la redondance et la migration 10 Gb/s* » de la tranche conditionnelle.

Le programme fonctionnel prévoit la mise en œuvre d'un réseau sans fil sécurisé et avec une gestion centralisée, dans tous les sites communautaires. L'originalité de Fil'IP est d'assurer une configuration de connexion identique en filaire et en WIFI pour toutes les populations d'utilisateurs concernés (agents/élus/visiteurs/...).

La « *redondance de l'infrastructure* » consiste à doubler les équipements critiques comme le cœur de réseau et les serveurs de téléphonie afin de garantir une disponibilité maximale.

Enfin, la « *migration 10 Gb/s* » correspond au remplacement des interfaces optiques intersites, au fur et à mesure des besoins, sur les liens optiques INOLIA de 1 Gb/sec (interface 1000BaseZx) à 10 Gb/sec (interfaces 10GbaseER).

### **I.1.2.2 Les contraintes financières**

Le code des marchés publics définit des règles strictes tant au niveau de la mise en concurrence qu'au niveau du contrôle de légalité. Le dialogue compétitif mis en œuvre pour le projet Fil'IP allait « cadrer » le budget nécessaire à sa réalisation.

---

<sup>8</sup>La question du poste client est étudiée dans la deuxième partie.

- **Le budget global du projet FIL'IP**

On retrouve dans le tableau suivant le découpage budgétaire du projet qui reprend les lots du programme fonctionnel :

Lot	Tranche		Montant HT	
			Minimum	Maximum
Lot N°1	Ferme	Etape Technique N°1	1.699.725 €	
		Etape Technique N°2		
		expérimentations		
	Conditionnelle	Mobilité informatique	75.000 €	300.000 €
		Redondance de l'infrastructure	175.000 €	700.000 €
Migration 10Gb/sec		87.500 €	350.000 €	
Lot N°2	Besoins complémentaires		Sans minimum ni maximum (estimé à 140.000€ par an)	
Lot N°3	Maintenance		Sans minimum ni maximum (environ 8% de la valeur du matériel acheté dans le Lot1 & 2 par an pendant 5 ans et reconductible de 1 an pendant les 5 années suivantes)	

Tableau 2 : Budget d'investissement

Comme on peut le voir dans ce tableau, le montant défini pour la tranche ferme est fixe. Il est également non modifiable une fois le marché notifié.

C'est pourquoi le lot deux affranchi cette contrainte très forte (avec des montants sans minimum ni maximum)

Parallèlement au projet FIL'IP, la DMG (Direction des Moyens Généraux) gérait le projet de rénovation de l'Hôtel de la CUB. Le déménagement des agents avec leurs outils de travail (ordinateur, téléphone) étant obligatoire, il était impératif de migrer l'infrastructure de l'hôtel de CUB afin de s'affranchir des coûts liés au câblage téléphonique des bâtiments d'accueil temporaire et d'éviter la reconfiguration du PABX en cours de remplacement.

- **Les investissements pour la VD/IP**

L'expérimentation de la vidéo-diffusion et l'équipement de la salle du conseil, de la régie et de la salle des serveurs ont fait l'objet de bons de commandes spécifiques et de factures résumés dans le tableau n°3 (page suivante).

Cependant, une frontière floue entre le projet de VD/IP et les marchés de la direction de la communication concernant l'hébergement des sites web ou l'intervention de prestataires pour filmer les manifestations organisées par la CUB (dont les séances du conseil) rend difficile le chiffrage des ces frais de fonctionnement. D'autre part, le chiffrage ci-après inclus également la mise à disposition de la vidéo comme moyen de communication au département de la Communication Interne à destination des agents.

Type	Investissement en € HT	Coût annuel en € HT
Surcoût de l'expérimentation	10.000 €	0 €
équipements de la salle du conseil, encodeurs et régie	110.000 €	0 €
Location des serveurs Internet + Licences	6.000 €	2.500 €
Cout des séances du conseil	0 €	12.000 €
Maintenance	0 €	10.000 €
<b>Total</b>	<b>126.000 €</b>	<b>24.500 €</b>

Tableau 3 : Coûts liés à la Vidéo-diffusion

- ***Retour sur investissement***

Évaluer les économies liées à la mutualisation des réseaux et des câblages, calculer la baisse du coût de la maintenance, comparer les fonctionnalités de l'ancienne et de la nouvelle infrastructure de communication sont les éléments principaux utilisés pour définir (parfois assez subjectivement) le retour sur investissement.

S'il a été évalué à un peu plus de 6 ans pour une durée de vie estimée à 10 ans, il est difficile de le détailler sous-projet par sous-projet. La VD/IP n'existant pas avant Fil'IP, le retour sur investissement pourrait être calculé en comparant les services que fourni la solution à une offre d'externalisation. Un calcul de l'économie réalisée sur le temps de présence des directeurs et des agents pendant le conseil pour suivre les débats liés à leurs affaire pourrait également entrer en ligne de compte.

### **I.1.2.3 Les contraintes de délais**

Entre les dates contractuelles définies dans le marché et la réalisation effective des objectifs, des « glissements » surviennent souvent, suite à des problèmes rencontrés durant

la mise en œuvre ou parfois par manque d'appréciation du temps nécessaire pour accomplir toutes les tâches.

- **Les dates contractuelles**

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des dates contractuelles du marché FIL'IP. Celles-ci débutent à leur date de notification et ont des durées de 2 ou 5 ans :

Lot	Tranche		Durée	
			Début	Fin
Lot N°1	Ferme	Etape Technique N°1	06/2008	01/06/10
		Etape Technique N°2		
	Conditionnelle	Mobilité informatique	23/06/2008	06/2013
		Redondance de l'infrastructure	22/09/2008	
Migration 10Gb/sec	18/04/2011			
Lot N°2	Besoins complémentaires		23/06/2008	23/06/2013
Lot N°3	Maintenance		16/12/2008	16/12/2013 avec possibilité de reconductions annuelle jusqu'au 16/12/2018

Tableau 4 : Récapitulatif des dates contractuelles

- **Les contraintes extérieures**

Les contraintes de délais posent parfois le projet Fil'IP en situation d'attente et inversement en situation d'urgence :

L'étape technique N°1 ne pouvait débuter tant que la délégation de service publique (DSP) chargée du projet RHDA n'avait pas réalisé la pose des fibres noires. Le raccordement des premiers sites a été fait cependant sans attendre la fin de ce projet.

D'autre part, en avançant le début des travaux de réfection de l'Hôtel de communauté, la Direction des Moyens Généraux (DMG) pressait les premiers déménagements, obligeant la réorganisation profonde du projet Fil'IP.

### **I.1.3 Méthodologie particulière et organisation associée des sous-projets de Fil'IP**

À travers le Schéma Directeur Réseau (l'avant projet), le programme fonctionnel (cahier des charges), le dialogue compétitif (étude détaillée), le prototype et les expérimentations,

on retrouve dans l'organisation du projet Fil'IP et de ses sous-projets tous les aspects d'une méthodologie de conduite de projet complète.

Au regard de ces aspects “préparatoires”, le programme fonctionnel exigeait des tests de fonctionnalité, de charge, de performance, de sécurité ainsi que des tests d'intégration dans la plateforme de surveillance, de gestion de qualité de service et de reporting (validation des remontées d'alerte).

De la phase préparatoire aux phases de réalisation et de fin de projet, les principes de la méthode de développement rapide (RAD), du « cycle en V » et de preuve de concept, sont largement éprouvés.

### **I.1.3.1 Méthodologie de conduite de projet**

La seule méthodologie annoncée dans le projet est la GSP (Gestion de Suivi de Projet) propre à la CUB. Celle-ci est un compromis entre le cycle en V classique de gestion de projet et les jalons contractuels des marchés publics.

- ***L'appel d'offre et le mode expérimentation de type RAD***

Le dialogue compétitif organisé dans le cadre de l'appel d'offre à permis de faire évoluer les besoins en fonction des réponses des soumissionnaires tout en préparant ces derniers à la réalisation d'un prototype. Ce type de « recadrage » dans l'appel d'offre suivant l'initialisation du projet avec la réalisation du Schéma Directeur Réseau et précédant le prototype correspond aux premières phases de la méthode RAD.

Ces phases sont particulièrement importantes pour permettre la parallélisation des sous-projets (comme on peut le voir sur le schéma suivant).

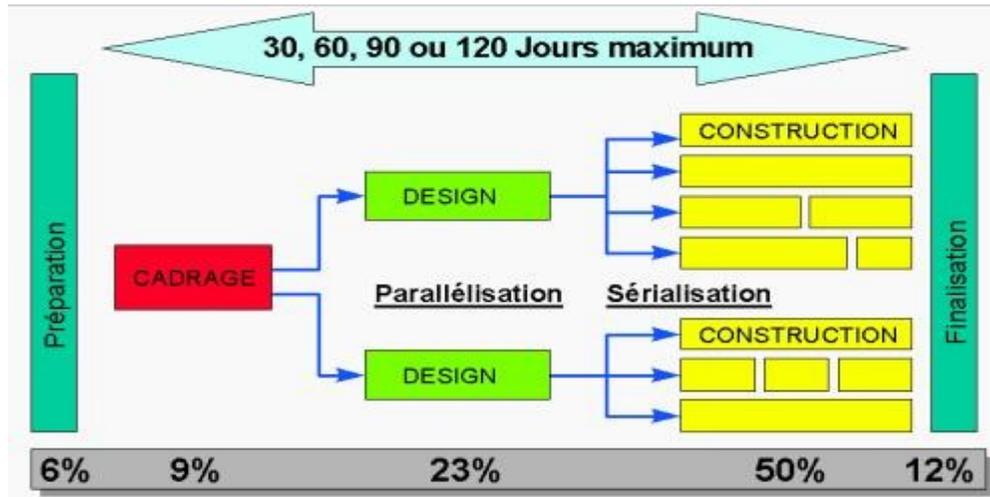


Illustration 3: Évolution d'un projet avec la méthode RAD

- *L'industrialisation et le cycle en V.*

Le planning prévisionnel, pour suivre un cycle en V durant la phase d'industrialisation, prévoyait du temps pour réaliser l'ensemble des test unitaires, tests d'intégration et de validation (que l'on peut voir sur la partie « remontante » du schéma du cycle en V ci-dessous).

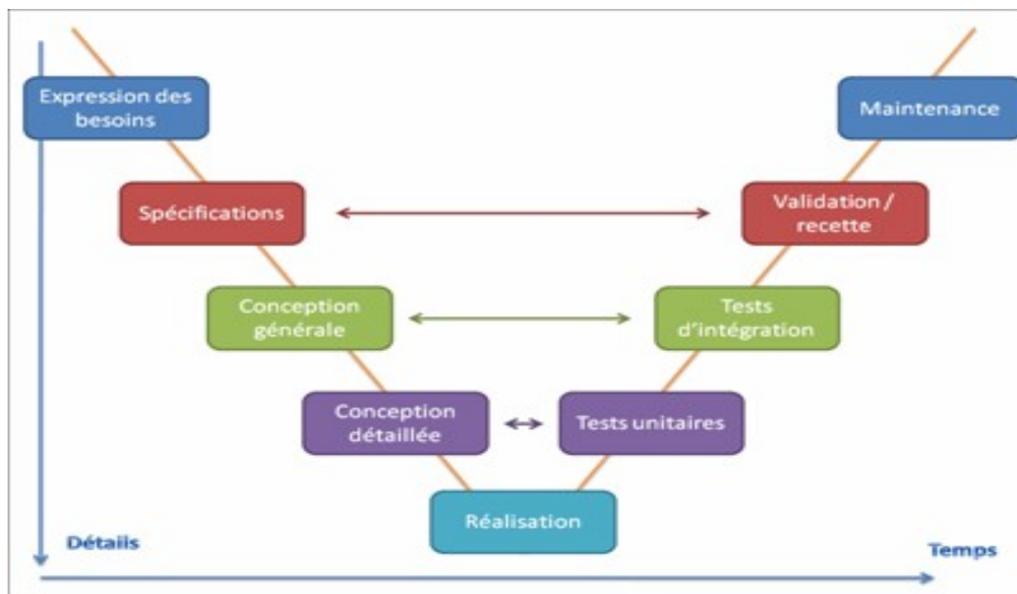


Illustration 4: Présentation courante du cycle de développement en V<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Illustration tirée de [http://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle\\_en\\_V](http://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle_en_V)

La méthodologie a été suivie mais la contrainte temporelle imposée par la réfection de l'hôtel, projet prioritaire de la CUB a limité ces étapes.

Cette méthode permet de revenir en arrière en cas de non validation de service régulier (VSR). La VSR définit une période contractuelle (6 mois maximum dans le contrat Fil'IP) pour éprouver la solution et au terme de laquelle s'effectue son admission, son rejet ou sa réfaction (admission partielle).

Le projet ayant accéléré pendant la phase de maquettage (conception détaillée) et de déploiement (réalisation de l'étape technique N°2), le bon fonctionnement de la nouvelle infrastructure réseau et téléphonique pour l'ensemble des usagers n'a pu être totalement contrôlé avant de démonter l'ancien matériel réseau et téléphonique. Ainsi, la recette a été limitée aux fonctionnalités essentielles et le déploiement des fonctionnalités nouvelles a été déporté dans le temps.

### **I.1.3.2 Les contraintes organisationnelles**

Un projet d'une envergure aussi importante nécessite de décomposer son organisation en plusieurs groupes :

- Le prestataire est l'entité opérationnelle s'occupant de la configuration et du déploiement global de la solution.

En interne à la CUB, trois sous-groupes ont été identifiés afin de répondre aux exigences des différentes phases du projet :

- Le groupe test qui a permis de valider les fonctionnalités de base et étendues de l'infrastructure.
- Le groupe pilote ou de référents a permis de vérifier que les fonctionnalités destinées aux utilisateurs correspondaient aux attentes.
- Le groupe des représentants des sites communautaires en charge de la vérification de l'adéquation de la solution au regard des spécificités de chaque site.

Un quatrième groupe intervient de manière indirecte mais sur le long terme : c'est l'ensemble des agents communautaires. Après une information générale sur le projet Fil'IP qu'ils ont découvert sur l'intranet ou sur le journal interne<sup>10</sup>, les agents éprouvent au quotidien les solutions déployées.

---

<sup>10</sup>Cf extrait du journal Cub'echo en annexe 1.

Pour coordonner les interventions de ces groupes, c'est le comité de pilotage qui prend les décisions, au regard des plannings pré-établis.

- **L'équipe projet et le comité de pilotage**

L'équipe projet pour la mise en œuvre était composée en majeure partie d'agents de la DSI mais aussi d'agents de la communication interne et d'agents des ressources humaines pour les formations. Le diagramme ci-dessous reprend l'organisation complète de l'équipe projet :

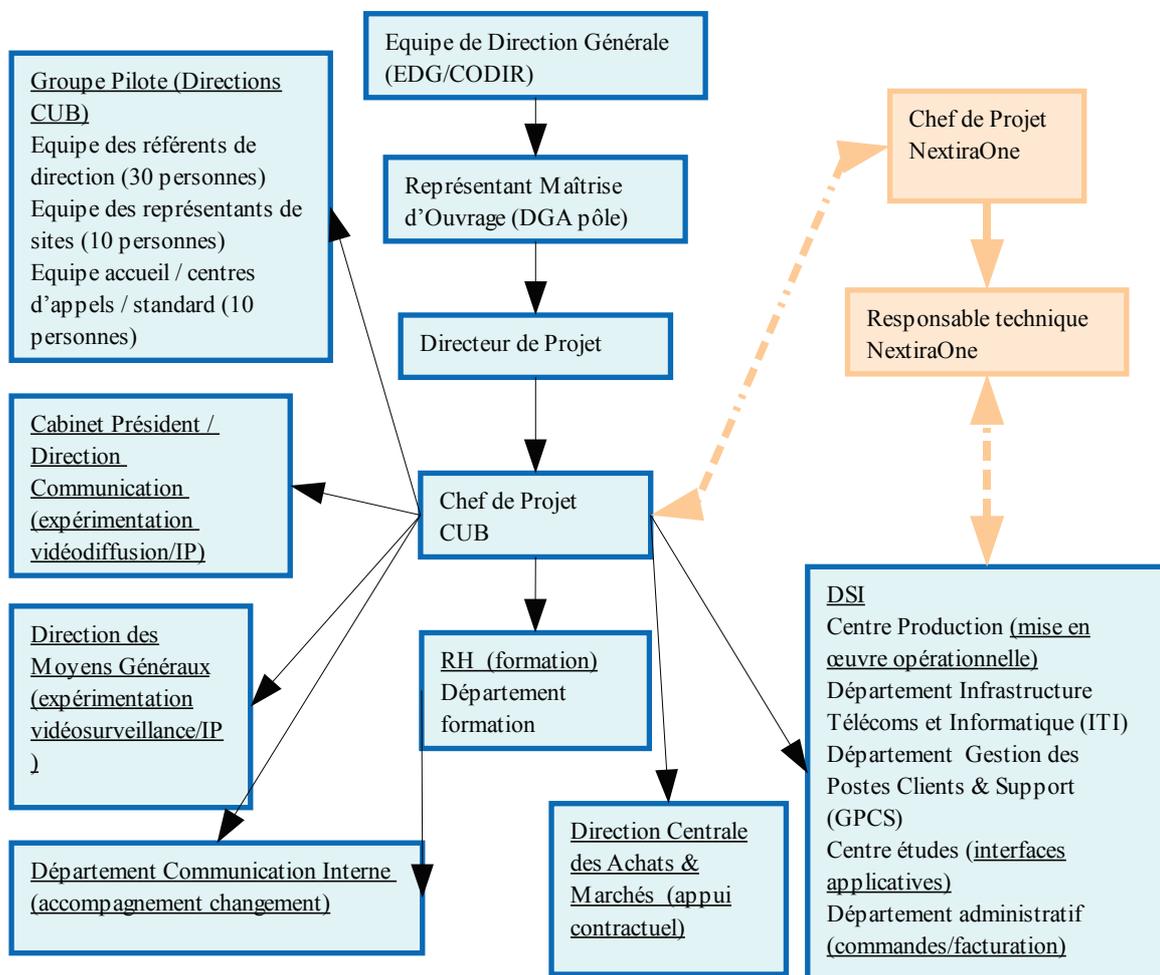


Illustration 5: L'organisation du groupe projet

L'illustration ci-dessus montre que le cabinet du Président avec la direction de la communication ont été les principaux interlocuteurs de la CUB pour le projet VD/IP.

Le point I.2.4 présente plus en détails les intervenants de ce sous-projet.

#### **I.1.4 Les différents jalons contractuels**

Les dates contractuelles présentées au point I.1.2.3 définissent les dates clés du projet. Pour permettre de positionner les échéances de financement, un découpage en phase est essentiel. Le phasage consiste à regrouper les activités du projet en un petit nombre de groupes ayant comme caractéristiques de se succéder linéairement dans le temps, et d'aboutir chacune à ce que le résultat du projet se trouve à un état intermédiaire de réalisation clairement identifié.

La notion de phase est à dissocier complètement de celles de sous-projet et de lots de travaux. L'atteinte du jalon (entre deux phases) déclenche de façon automatique et sans discussion possible l'appel de fonds. C'est à travers l'utilisation de diagrammes de Gantt qu'ont été suivis l'ensemble des phases et des jalons du projet Fil'IP et de ses sous-projets<sup>11</sup>.

## **I.2 La vidéo-diffusion dans le projet Fil'IP**

En juillet 2007, alors que la mise en œuvre du projet Fil'IP n'avait pas encore débutée, la vidéo-diffusion du conseil municipal de Bordeaux faisait son apparition sur le site web de la ville. La ville de Bordeaux - comme de nombreuses collectivités proposant ce service - a recours à un prestataire pour une solution globale de diffusion et d'hébergement.

La CUB à quant à elle fait le choix de maîtriser elle-même une grande partie de la chaîne de diffusion vidéo en gérant la totalité des dispositifs internes (notamment la partie intranet), en ne laissant que l'hébergement du serveur de diffusion internet à un prestataire spécialisé. Ce choix implique la connaissance avancée des systèmes de vidéo/IP et la compréhension plus large de la vidéo analogique et numérique. Il permet en étant intégré dans le système d'information de la CUB au travers du projet fil'IP d'étendre ce type de diffusion à d'autres événements.

Pour commencer ce chapitre, un rappel des problématiques liées aux principes de VD/IP illustre la complexité du domaine de la vidéo, de sa numérisation à sa diffusion. De ces explications un peu théoriques découle la présentation des choix technologiques fait par la CUB pour la VD/IP.

---

<sup>11</sup>L'annexe 4 présente les phases du projet Fil'IP à travers la comparaison entre le planning prévisionnel et le planning réel.

Puis une description détaillée des équipements nécessaires pour diffuser les conseils de communauté permet d'appréhender la vidéo-diffusion de manière exhaustive. Ensuite, un trombinoscope des acteurs du projet complète ce chapitre et introduit la question de la réglementation en matière de vidéo, sujet délicat abordé pour terminer.

### **I.2.1 Les problématiques spécifiques aux applications de vidéo sur IP**

Les signaux vidéo traditionnels sont basés sur la technologie analogique. Leurs circuits de transmission sont onéreux et bien qu'il exista à la CUB un tel réseau lié à la vidéo-surveillance, le projet Fil'IP et la restructuration de l'Hôtel ont signé la fin de ce réseau. En effet, grâce aux avancées en matière de compression vidéo numérique, les signaux audio et vidéo composites peuvent désormais emprunter des circuits réseaux classiques, à la fois sur les réseaux LAN et à travers les réseaux WAN, et aussi sur Internet. La vidéo sur IP ou la vidéo en continu IP sont des technologies qui permettent de capturer, numériser, transmettre en continu et gérer les signaux vidéo sur réseaux IP.

La première étape consiste à capturer le contenu vidéo. Plusieurs moyens permettent d'y parvenir. Le contenu vidéo est traité, compressé, stocké et édité sur un serveur vidéo. Le contenu peut être « live » (capturé et traité en temps réel) ou pré-enregistré et stocké. Ces transmissions sont ensuite adressées à un ou plusieurs postes pour être visionnées en différé ou en simultané.

La première partie présente donc les grands principes de la numérisation de la vidéo et la seconde les modes de diffusion existants.

#### **I.2.1.1 Numériser la vidéo**

La vidéo numérique peut être construite à partir d'une source de vidéo analogique, dans ce cas, on parle d'échantillonnage du signal. Elle peut aussi être native comme les images tournées avec des caméras numériques ou toutes les images construites avec un ordinateur. Dans ces derniers cas, le codage et la compression du son et de l'image sont souvent traités dès la captation du signal. De l'échantillonnage au codage et la compression, seuls les principes essentiels sont ici présentés.

- ***L'échantillonnage***

La conversion d'un signal analogique en signal numérique (lors de transmissions audio ou vidéo, par exemple) utilise un processus d'échantillonnage. Comme son nom l'indique, l'échantillonnage prend des échantillons du signal à plusieurs reprises par seconde (le taux d'échantillonnage) et à une certaine profondeur d'échantillonnage (bits par échantillon).

Plus l'échantillonnage est important, plus le fichier sera volumineux. Le nombre de valeurs équivaut au nombre de valeurs d'échantillon (on ou off) élevé à la puissance du nombre de bits échantillonnés. Par exemple, le taux d'échantillonnage d'un CD musical est de 44 000 échantillons par seconde ou, en général, 5 Mo d'échantillons (données) par minute d'écoute.

La technique utilisée pour la vidéo est identique quoique légèrement plus complexe. La différence ici est que la transmission porte sur une image matricielle, composée d'éléments appelés pixels. La vidéo est échantillonnée en plusieurs segments de vidéo.

- ***La quantification et le codage de la vidéo***

La quantification de la vidéo définit quelle quantité d'échantillon l'on doit conserver pour déterminer une « bonne » retransmission du signal vidéo.

Une source vidéo numérique PAL 4:4:4<sup>12</sup> correspond à 270 Mbit/s  
(576 lignes \* 720 colonnes) \* (3\*8 bits) \* 25 images/s = 270 Mbit/s  
3 minutes de cette vidéo PAL nécessitent 5,25 Go d'espace.<sup>13</sup>

Le Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR) normalisa le format CCIR 601 en 1982 pour fixer la numérisation d'un flux vidéo entrelacé analogique, au format *525 lignes / 60 Hz* ou *625 lignes / 50 Hz*..

---

<sup>12</sup> Sans aucun sous-échantillonnage de chrominance (Cf : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Sous-échantillonnage\\_de\\_la\\_chrominance](http://fr.wikipedia.org/wiki/Sous-échantillonnage_de_la_chrominance))

<sup>13</sup> PAL (Phase Alternating Line).et NTSC (National Television System Committee) sont bien décrit sur [http://fr.wikipedia.org/wiki/Phase\\_Alternated\\_Line](http://fr.wikipedia.org/wiki/Phase_Alternated_Line) et [http://fr.wikipedia.org/wiki/National\\_Television\\_System\\_Committee](http://fr.wikipedia.org/wiki/National_Television_System_Committee)

Cela définit un encodage de couleur YUV 4:2:2, avec la luminance qui doit être codée au minimum sur 8 bit et la chrominance sur 4 bit.<sup>14</sup>

Plus tard la quantification du signal vidéo de la norme 4:2:2 est passée à 10 bits pour améliorer la qualité du signal.

Pendant cette norme édictée il y a plus de 25 ans ne proposait pas de solution pour la diffusion sur des « petits » réseaux.

En réduisant notre vidéo PAL d'origine à 10 images/s au lieu de 25, on arrive encore à un débit de 108 Mbps ; en réduisant le nombre de point et en passant au format CIF au lieu de PAL on passe de 270 Mbps à 67,5 Mbps ; en codant moins d'informations de couleur soit 4:2:0 au lieu de 4:4:4, on atteint 135 Mbps. Si on combine les trois options, on obtient un débit de 13,5 Mbps.

Pour réduire la quantité de données contenu dans une vidéo, il est donc indispensable de compresser la source, en gardant un signal suffisamment audible et visible.

- ***Les principes de la compression***

Le but de la compression numérique est donc de réduire le volume de données à transmettre tout en conservant un maximum de l'information contenue dans le signal.

#### Notion de pertinence et de redondance

Une donnée d'un message peut être :

- redondante : elle n'est pas nécessaire au message.
- pertinente : elle apporte une information.

La minimisation, du volume de données passe par la rationalisation de leur organisation, c'est à dire l'élimination des redondances voire d'un certain volume de données jugée peu pertinentes (physio-acoustique) et l'adoption de codages plus performants.

---

<sup>14</sup> Plus d'explication sur luminance, codage YUV et chrominance sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Luminance> , <http://fr.wikipedia.org/wiki/YUV> et <http://fr.wikipedia.org/wiki/Chrominance>.

### Différentes redondances

#### **- Redondance spatiale**

Une plage uniforme est composée de données identiques (une suite de 1 ou de 0)

#### **- Redondance temporelle**

Dans une vidéo les différences entre plusieurs images consécutives sont parfois minimales. On peut alors compenser le mouvement, c'est à dire ne coder que les changements d'une image à la suivante.

#### **- Redondance subjective**

Certains caractères sont éliminés sans altérer le sens du texte. La résolution de la quantification est diminuée.

#### **- Redondance statistique**

Notion mathématique qui attribue des codes spécifiques d'autant plus courts que les mots sont longs.

### Conservation des données

Les données pertinentes sont conservées :

Sans perte d'informations, il s'agit de compactage, par abus de langage, compression sans perte ou « lossless » avec l'usage de la redondance statistique.

Seules les données pertinentes jugées les plus importantes sont conservées :

Avec perte d'informations : compression destructive avec l'usage des redondances spatiale, temporelle, subjective.

- ***Taux de compression***

Le taux de compression peut être défini par la formule suivante :

Taux = Volume initial (bits) / Volume final (bits)

Il mesure donc la performance d'un algorithme de compression de données. Cependant un taux élevé ne garanti pas une meilleure qualité du résultat.

- ***Exemple de codage du son***

L'oreille humaine ne permet pas de percevoir tous les sons reçus.

On élimine les données redondantes et toutes les données pertinentes qui ne peuvent être perçues en vertu des lois de la psycho-acoustique :

- Son en dessous du seuil de perception.
- Son au delà de la fréquence maximale audible.
- Masquage temporel et/ou fréquentiel.

**codage PCM : Pulse Code Modulation**

Pour un CD audio, chaque échantillon de chaque canal gauche et droite est codé sur 16 bits à une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz  
Ce codage n'est pas optimal.

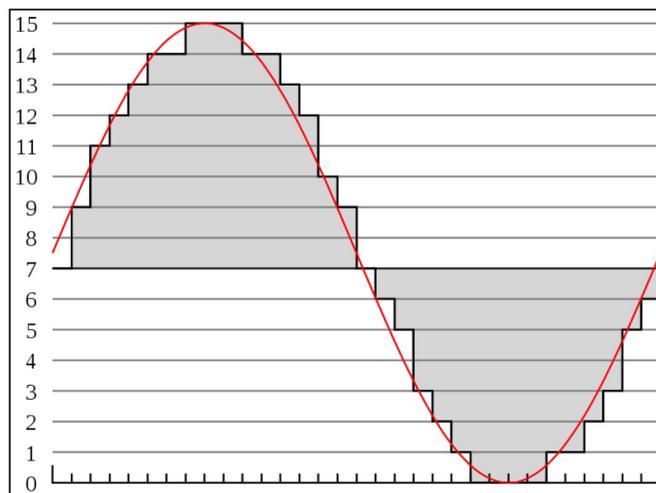


Illustration 6: Diagramme de l'échantillonnage pour un codage PCM

**codage DPCM (Differential PCM)**

La réduction du volume du fichier s'effectue en codant la différence entre des échantillons successifs.

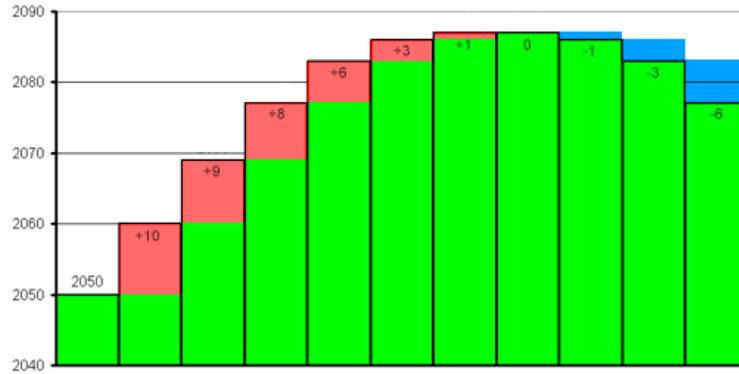


Illustration 7: Diagramme de l'échantillonnage pour un codage DPCM

**codage DPCM (Adaptative Differential PCM)**

Un taux de compression supérieur est obtenu par prédiction de la variation d'amplitude du signal et par modification du pas de quantification pour chaque échantillon.

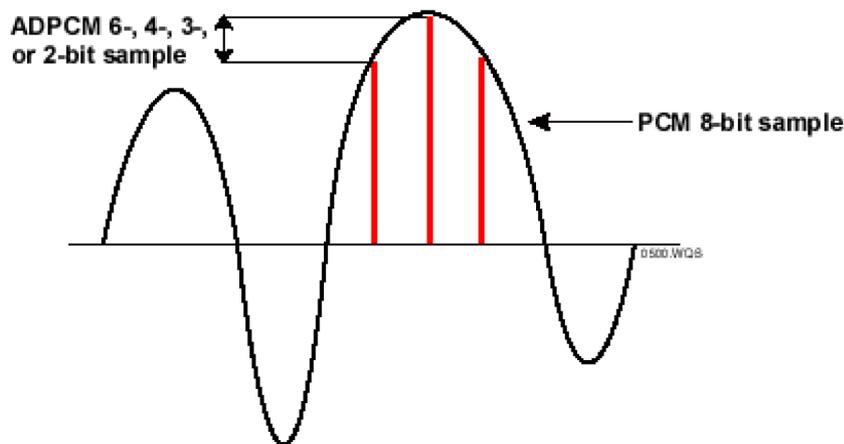


Illustration 8: Diagramme de l'échantillonnage pour un codage ADPCM

**Codage adaptatif**

De manière à optimiser le volume de données, on utilise une stratégie ADPCM et les propriétés psycho-acoustiques de l'oreille humaine afin de coder les sons .

Les données pertinentes conservées sont sélectionnées grâce à une analyse en fréquence (transformée de Fourier) du son encodé.

Exemple :

MP3, WMA, OggVorbis, etc

- ***compression de la vidéo***

En janvier 1988, le MPEG (Motion Picture Expert Group) réunissait quelques experts de l'ISO/CEI<sup>15</sup> pour définir un système normalisé de codage de contenus cinématographiques. MPEG-1 est ainsi la première norme présentée pour les applications multimédias. L'évolution de la compression vidéo repose sur les principes, certes largement améliorés, mais inchangés depuis le MPEG-1.

Une vidéo se décompose en trois flux : Vidéo, son (plus données synchronisant l'image et le son), métadonnées (auteur, date de création, etc.) ; on peut trouver également sous-titres, chapitres, etc.

Deux types de compression sont utilisés :

Codage intra-image JPEG

Codage inter-images par estimation et compensation de mouvement (on suppose qu'il y a peu de changement entre 2 images successives).

Structure vidéo horizontale

Elle se décompose en trois types d'images : I, P et B.

*Image I (Intra-image) :*

---

<sup>15</sup>ISO : organisation internationale de normalisation cf : <http://www.iso.org/iso/fr/>

CEI : commission électrotechnique internationale cf : <http://www.iec.ch/>

Image 4.2.2 mise au format SIF (Source Intermediate Format) soit 360x288 pixels à 25Hz. Ces images compressées JPEG constituent les points d'accès à une séquence.

*Image P (Prédictive) :*

Codée en tenant compte de l'image P ou I précédente à l'aide de vecteurs d'estimation de mouvement issus de l'analyse du déplacement entre images successives. Taux de compression supérieur aux images I.

*Image B (Bidirectionnelle) :*

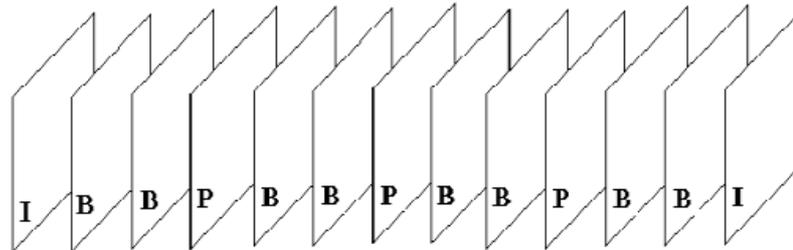


Illustration 9: décomposition d'une séquence vidéo en 3 types d'images

Obtenue par prédiction bidirectionnelle ou par interpolation linéaire à partir d'images P ou I. Leur taux de compression est plus élevé.

Elles ne peuvent propager une « erreur » car elle ne sont jamais utilisées en référence.

### Structure vidéo verticale

MPEG1 définit aussi six couches :

- **Bloc** (8x8 pixels) : calcul de la DTC (Discrete Cosine Transform, soit « transformée en cosinus discrète »)
- **Macrobloc** (16x16 pixels composé de 4 blocs Y, 1 bloc Cr et 1 bloc Cb) : prédiction et compensation de mouvement.

- **Tranche ou slice** (ensemble de macroblocs contigus : en pratique une ligne) : couche d'adressage à l'intérieur de l'image et de synchronisation
- **Image** : elle peut être de type I, P ou B et constitue la couche d'affichage élémentaire.
- **Groupe d'images** (GOP : Group Of Pictures composé d'une image I, 3 images P et 8 images B) : permet l'accès aléatoire à la séquence avec une image I.
- **Séquence** : cette couche la plus élevée détermine les paramètres vidéo basique tels que la norme de balayage.

### Mouvement

L'estimation du mouvement consiste à trouver une correspondance entre une zone de départ sur une première image et une zone d'arrivée sur une deuxième.

On déplace à l'intérieur d'une fenêtre de recherche un macrobloc de l'image en cours au voisinage de sa position, dans l'image précédente afin de trouver le plus ressemblant (block matching), la différence entre les positions des deux macroblocs donnera le vecteur de déplacement.

Seuls les macrobloc qui diffèrent d'une image à une autre sont encodés.

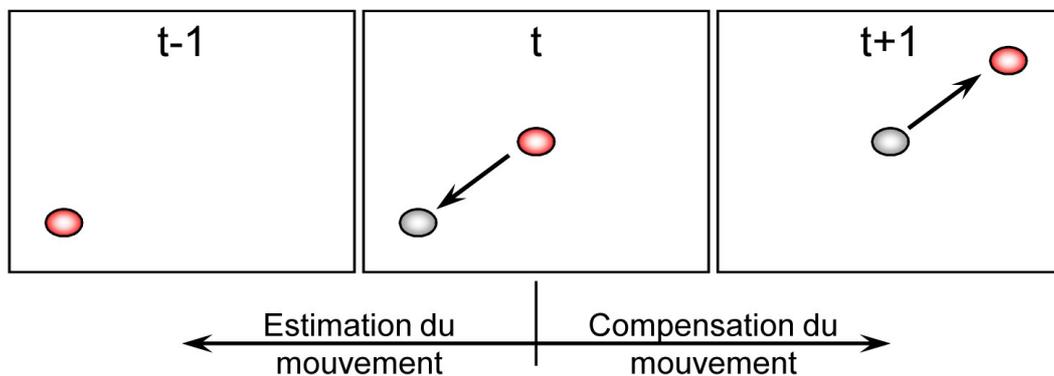


Illustration 10: présentation d'un vecteur de déplacement de macrobloc entre 2 images

- ***Les codecs et les conteneurs***

Les codecs sont les procédés définis précédemment et agencés avec des algorithmes spécifiques de telle sorte qu'ils répondent à un besoin en qualité de restitution, de temps de compression ou de décompression, de limitation en termes de ressource processeur ou mémoire, de débit du flux après compression ou de taille du fichier résultant.

L'ensemble des flux (vidéo, son, syncro, etc.) sont regroupés dans un seul fichier appelé conteneur, l'extension de ce conteneur ne présupant pas des codecs utilisés pour encoder chacun des flux. Cependant ce conteneur est fortement lié à la manière dont les flux seront diffusés.

Les codecs vidéos et conteneurs associés sont détaillés dans la deuxième partie de ce mémoire en les replaçant dans le contexte de leur utilisation sur les réseaux.

Voici néanmoins dans le tableau suivant certaines caractéristiques des normes utilisées suivi d'un graphique présentant leurs espaces d'utilisation.

	<b>MPEG-2</b>	<b>AVC/H.264</b>	<b>VC-1</b>
<b>Profils</b>	Simple Principal Supérieur 4:2:2	Base Principal X FRExt	Simple Principal Évolué
<b>Source</b>	Entrelacée Progressive	Entrelacée Progressive	Entrelacée Progressive
<b>Format de chrominance</b>	4:2:0, 4:2:2	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4	4:2:0
<b>Type d'algorithme</b>	Hybride (redondance spatiale/ temporelle)	Hybride (redondance spatiale/ temporelle)	Hybride (redondance spatiale/ temporelle)
<b>Structure de codage</b>	Hiérarchique Profiles@Levels	Hiérarchique Profiles@Levels	Hiérarchique Profiles@Levels
<b>Type d'image</b>	I, P, B	I, P, B, SP, SI	I, P, B, BI
<b>Structure du macrobloc</b>	16x16 Y 8x8 C <sub>b</sub> 8x8 C <sub>r</sub>	16x16 Y 8x8 C <sub>b</sub> 8x8 C <sub>r</sub>	16x16 Y 8x8 C <sub>b</sub> 8x8 C <sub>r</sub>
<b>Précision de l'estimation de mouvement</b>	Jusqu'à ½ pixel	Jusqu'à ¼ de pixel	Jusqu'à ¼ de pixel
<b>Filtre en boucle pour réduire la pixellisation</b>	Non	Oui	Oui
<b>Type de transformée</b>	Virgule flottante (TCD)	Entière	Entière
<b>Codage entropique</b>	VLC	CALC CABAC	VLC

Tableau 5: Principales caractéristiques des normes MPEG-2, H.264 et VC-1

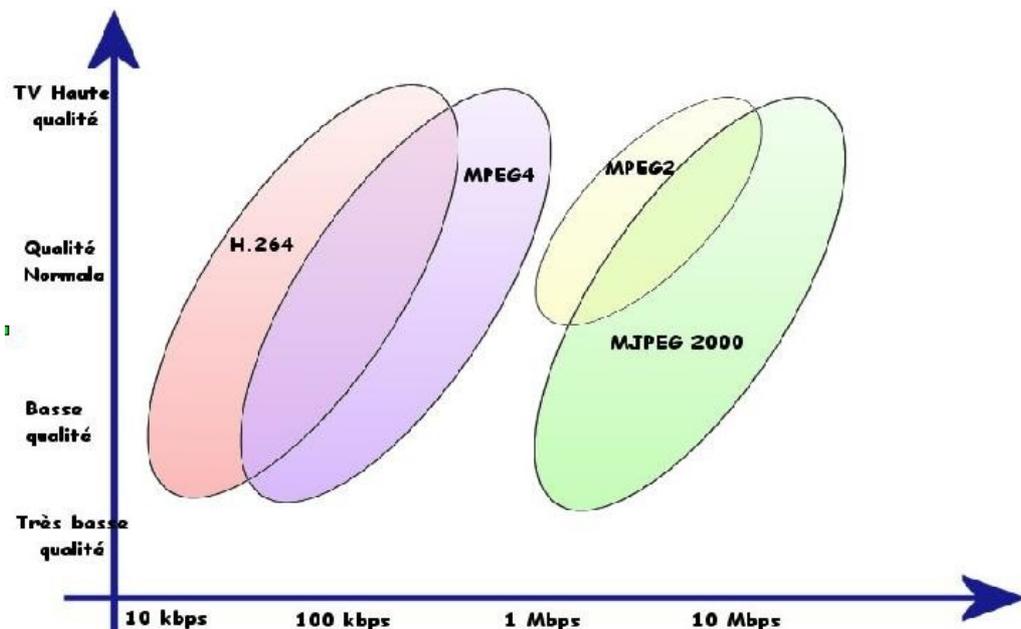


Illustration 11: Les espaces d'utilisation des normes

### **I.2.1.2 Diffuser la vidéo numérisée**

Dans le domaine de la VD/IP, c'est le nom « streaming » (de l'anglais stream pour courant) qui est majoritairement utilisé pour qualifier la diffusion.

Le streaming est souvent présenté comme : « Une technique permettant le téléchargement et l'écoute simultanée d'un fichier audio et/ou vidéo. ».

Parfois, on peut lire qu'il s'agit d'« une technique de transfert de données sous forme d'un flux régulier et continu qui permet de diffuser et de visualiser des contenus multimédia en temps réel ».

Ces deux définitions ne sont pas tout à fait correctes. Des explications plus approfondies des principes de fonctionnement, des modes et des normes de diffusions, des protocoles utilisés et d'exemples concrets éclairent sur cette technologie maintenant courante.

- ***Principes du streaming***

Le streaming consiste en un échange entre un serveur et un logiciel client de données (contenu multimédia) sous la forme d'un flux qui est lu en temps réel (ou avec un léger différé).

On peut donc l'opposer au téléchargement « classique » de fichier qui nécessite l'enregistrement complet du fichier avant de pouvoir commencer sa lecture.

- ***Des sources de diffusions multiples***

Il y a deux sources de diffusions en streaming :

- Les flux générés à partir de contenus pré-enregistrés sur le serveur de streaming (vidéo à la demande).
- Les flux générés en direct par des périphériques de capture et relayés par le serveur de streaming.

- **Une mémoire tampon gérée côté client et côté serveur.**

Afin de compenser le délai de propagation des paquets (la gigue), le client met une partie des données en mémoire tampon (buffer) avant de les diffuser, ce qui provoque le « léger différé ». L'illustration suivante explique ce principe<sup>16</sup>.

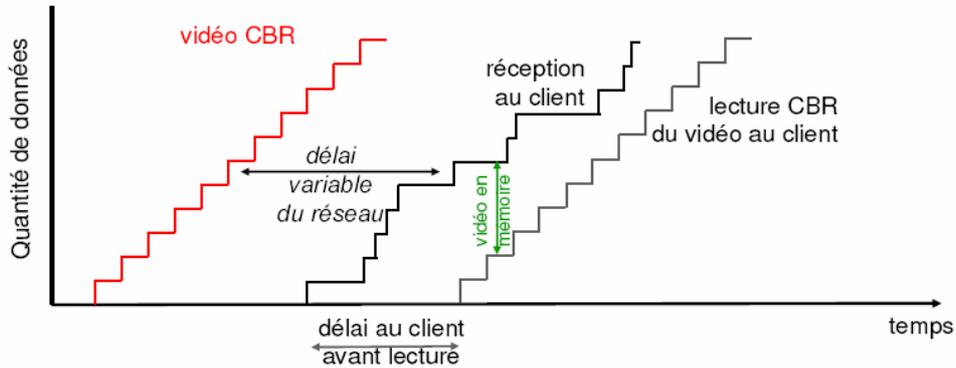


Illustration 12: Mise en mémoire tampon côté client

Côté serveur, la gestion de la transmission du flux peut être traduite par l'algorithme suivant :

```
Contrôle des paquets arrivés ;  
Si ( paquets perdus ) {  
    Vérification du taux de remplissage du buffer;  
    Si ( assez de données ) {  
        Ré-émission des paquets perdus ;}  
    Sinon {  
        Tolérance des pertes ;  
    }  
}
```

- **Des protocoles dédiés:**

Le mode de fonctionnement en temps réel du streaming a nécessité la création de protocoles spécifiques qui ont été normalisés:

<sup>16</sup>Dans l'illustration CBR signifie Constant Bit Rate : lecture à débit constant

- RTP/RTCP pour le transport temps réel (Protocoles au dessus d'UDP adaptés au besoin temps réel).
- RTP (Realtime Transport Protocole) pour l'acheminement des données.
- RTCP (Realtime Transport Control Protocole) pour échanger des messages de contrôle.
- RTSP pour la gestion d'une session de streaming. Ce protocole permet de contrôler la distribution des flux RTP ciblé vers le multimédia (contrairement à HTTP).

D'autres protocoles ont été développés par des sociétés proposant des solutions propriétaires de serveur de streaming : MMS par Microsoft et RTMP racheté par Adobe. Ces deux protocoles sont présentés par la suite.

- **Diffusions sur un réseau d'entreprise:**

Les flux des serveurs de streaming et plus généralement les flux de fichiers de données peuvent être diffusés sur un réseau IP selon deux modes:

1- Le mode UNICAST: Dans ce mode de fonctionnement chaque utilisateur dispose de son propre canal de transport de flux entre le serveur et le poste client.

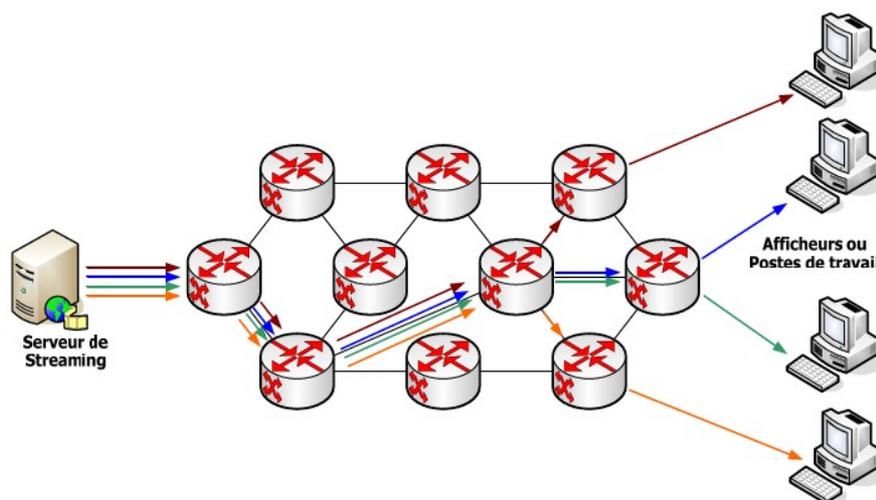


Illustration 13: Diffusion UNICAST

Comme le montre l'illustration ci-dessus, « n » clients nécessitent donc « n » fois la bande passante associée au flux. Par exemple, 10 afficheurs d'un flux à 1,5 Mbps occupent 15 Mbps de bande passante. Chaque afficheur/poste peut avoir un contrôle sur le flux

( STOP, FFWD, etc.). d'où un affichage non synchrone. Ce mode de diffusion est le meilleur choix pour la vidéo à la demande. La charge CPU et réseau est proportionnelle au nombre d'afficheurs. Ce mode de diffusion fonctionne sur tous les types de matériel réseau et sur toutes les topologies.

2 -Le mode MULTICAST: Dans ce mode de fonctionnement le signal n'est envoyé que sur un seul canal de transmission vers les postes qui désirent recevoir ce flux.

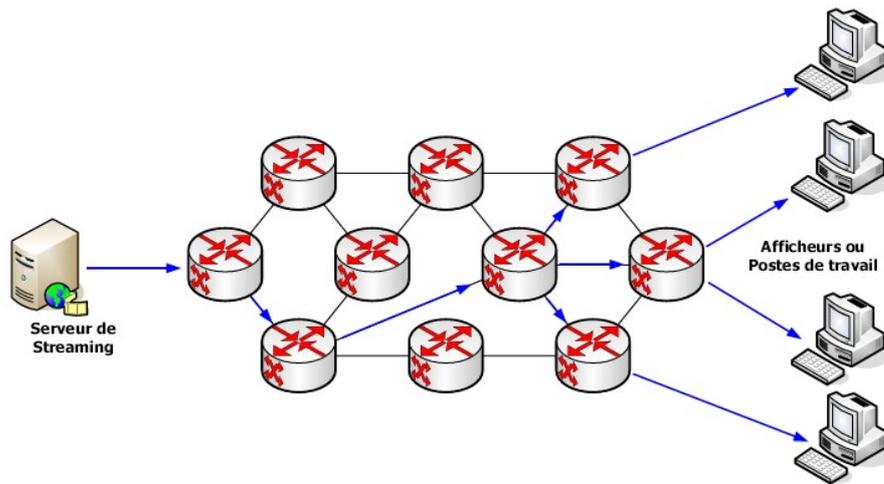


Illustration 14: Diffusion MULTICAST

L'afficheur s'abonne au flux (protocole IGMP). Si besoin, le flux est dupliqué directement par l'équipement réseau traversé mais quelque soit le nombre de clients un flux diffusé ne quitte le serveur qu'une seule fois. Tous les afficheurs lisent le même flux en même temps, sans contrôle de la lecture. Les affichages d'un même flux sont donc synchrones (à la durée de mise en mémoire tampon près). C'est le mode de diffusion idéal pour la diffusion en direct ou programmée. Il génère une charge CPU et réseau faible ; il offre aussi la possibilité de servir un grand nombre de flux différents avec un seul serveur. Cela nécessite cependant un matériel réseau qui supporte la diffusion multicast.

- **Streaming et Progressive-download<sup>17</sup>**

Streaming et progressive-download sont souvent comparés comme une opposition entre une « lecture en continue » et un « téléchargement progressif ». Cette dernière méthode de livraison utilise à la base un simple serveur web. Parfois, on le réfère à du « http streaming », mais en réalité, ce n'en est pas vraiment. Le serveur web ne fait que

<sup>17</sup>Cette notion apparaît plus souvent que les termes « téléchargement progressif » pourtant explicites.

pousser les données le plus rapidement possible sans se soucier du débit dans lequel le fichier vidéo a été compressé. Le lecteur permet de démarrer la lecture de la vidéo avant que le fichier ne soit entièrement transféré, dès qu'il y a assez de données en mémoire tampon.

Le tableau ci-dessous permet de visualiser simplement ce qui oppose ces deux mode de diffusion:

<b>Streaming ou lecture en continue</b>	<b>Progressive- download ou lecture progressif</b>
Lecture quasi-instantanée à la volée avec temporisation en mémoire. On parle aussi de mode <i>pull</i> : le système de visionnement lit un flux vidéo sur un serveur distant.  nécessite un serveur de streaming.  utilise les protocoles de diffusion RTP/RTCP sur UDP ou MMS ou RTMP.	Téléchargement progressif avec copie des média sur disque. On parle aussi de mode <i>push</i> : le téléchargement du document vidéo s'effectue sur un support de stockage.  pas de serveur de streaming.  utilise le protocole de diffusion HTTP sur TCP.

Les principes de fonctionnement, les modes et les normes de diffusions ainsi que les protocoles utilisés qui viennent d'être présentés sont complétés dans la deuxième partie de ce mémoire avec leurs utilisations concrètes sur les infrastructures de la CUB.

### **I.2.2 Des technologies de vidéo-diffusion incontournables**

Lors de la réunion d'arbitrage sur la mise en œuvre de la vidéo-diffusion sur IP du 17 juillet 2009, il ressortait que :

*« La technologie employée en diffusion différée pour les conseils est très majoritairement (sauf CU Strasbourg) Microsoft Windows média avec un pointage vidéo par affaire et la possibilité d'affichage plein écran ».*

Le développement exceptionnel des sites de vidéo en ligne proposant d'utiliser le lecteur Flash d'Adobe indiquait également un « standard de fait » à privilégier.

Même si la technologie du « téléchargement progressif » utilisée par ces sites de vidéo en ligne est différente des technologies de vidéo-diffusion en direct, le recours au lecteur flash (installé sur plus de 90% des ordinateurs des internautes) serait adopté pour la diffusion en direct et en différé sur internet, en l'associant au serveur Flash Media Server (FMS) du même éditeur.

### **I.2.2.1 Windows Media Services de Microsoft**

WMS est une plate-forme de transmission en continu de flux de données vidéo et audio utilisée sur de nombreux sites institutionnels.

Le choix de cette solution a été exigé dans le programme fonctionnel car c'était la seule technologie connue au sein des équipes CUB.

Les vidéos diffusées depuis WMS sont dans un format propriétaire de Microsoft (WMV pour Windows Media Video ou ASF<sup>18</sup> pour Advanced Systems Format) générées le plus souvent depuis le logiciel windows media encodeur (WME). Le conteneur porte ici le même nom que le codec : WMV est aussi une famille des codec développé par Microsoft.

La lecture des vidéos diffusées depuis WMS se fait généralement avec le lecteur Windows Media (Windows Media Player en anglais) ; soit directement depuis le lecteur, soit depuis un plugin intégré au navigateur.

La solution WMS est une composante de windows 2003 serveur et nécessite au préalable les licences appropriées.

L'administration de WMS se fait à travers une console MMC<sup>19</sup> qui propose un mode simplifié pour la création de points de publication. Chaque point de publication est paramétrable pour s'adapter au mieux aux clients en proposant des sources « en direct » ou en « vidéo à la demande ».

La diffusion des flux vidéo utilise les protocoles Microsoft Media Serveur (MMS) et Real Time Streaming Protocol (RTSP). Bien que MMS soit un protocole propriétaire de Microsoft, ses spécifications sont publiées depuis 2008<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup>Cf <http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=89814> pour plus de détails (110 pages des spécifications ASF datant de décembre 2004)

<sup>19</sup>Microsoft Management Console : consoles de gestion d'applications et de services de Microsoft

MMS utilise le port par défaut 1755 sur UDP/TCP et le protocole RTSP utilise le port 554 sur UDP/TCP.

La chaîne de diffusion est plus largement présentée et détaillée dans la deuxième partie.

### **I.2.2.2 Flash Media Server d'Adobe Systems**

Flash Media Server est une technologie propriétaire qui permet la diffusion et l'échange de données entre un serveur (FMS) et des clients (lecteur Flash) avec le maintien des connexions serveur.

Contrairement à la solution de diffusion sur l'intranet, ce n'est qu'à la fin de la phase d'expérimentation qu'à été choisi ce serveur.

En effet le programme fonctionnel demandait de réaliser une expérimentation uniquement avec la solution WMS sur l'intranet, le choix de la technologie utilisée sur Internet n'ayant pas été déterminé avant juillet 2009.

Le type d'échange de données avec ce serveur repose sur un protocole développé d'abord par Macromédia puis repris par Adobe Systems : Real-Time Messaging Protocol (RTMP<sup>21</sup>). Ce protocole permet notamment :

- Le maintien de l'état sur le poste client.
- Le maintien de l'état sur le poste serveur.
- Une gestion inutile des sessions.
- Une rapidité des échanges de données : aucune en-tête.
- Le « PUSH » de données sans requête préalable.
- La synchronisation des données par envoi multi-clients.

Ce serveur permet de réaliser des applications de types vidéo à la demande, diffusion de vidéo en direct, enregistrement de flux, web radio, chat multimédia, diffusion de données en temps réel, jeux multi-joueurs. Ce sont bien entendu les deux premiers types d'applications qui ont été mis en œuvre à la CUB.

---

<sup>20</sup>On trouve sur le site de Microsoft des documentations complètes du protocole encore très récente : le 25 mars 2011! cf : <http://download.microsoft.com/download/9/5/E/95EF66AF-9026-4BB0-A41D-A4F81802D92C/%5BMS-MMSP%5D.pdf>

<sup>21</sup>Les 70 pages des spécifications du protocole RTMP sont disponibles sur le site <http://www.adobe.com/devnet/rtmp.html> Une partie de ces spécifications, concernant la vidéo sont présentées dans la deuxième partie.

Dans certaines architectures réseaux, le transfert des paquets n'est pas possible compte tenu des règles de sécurité internes (Proxies, Firewalls...). Le protocole RTMP peut être découpé en paquets HTTP afin de contourner ces limitations en utilisant le protocole RTMPT.

Depuis la version 3.5, de nouvelles fonctionnalités ont fait leur apparition :

- DVR pour les flux live : Possibilité de mettre en pause et relire un flux live.
- Dynamic streaming : Selon la bande passante, le client peut requérir un flux encodé avec une qualité différente.
- Serveur Apache inclus pour la délivrance en HTTP.
- Enregistrement côté serveur des flux mp4/f4v.
- Support du codec audio Speex.

Pour répondre aux besoins de montée en charge, les serveurs FMS peuvent être :

- Répartis en grappe (clustering) grâce à un load balancer et grâce à des appels Serverside Actionscript entre serveurs.
- Divisés en Edge/Origin (reverse proxy), c'est-à-dire qu'un serveur sert de répartiteur vers de multiples serveurs d'origine.

Le serveur FMS de la CUB a été installé et hébergé par le prestataire qui a réalisé l'installation de la solution de VD/IP. Les tests réalisés étant plus concluants sous windows 2003 serveur, c'est sur ce système d'exploitation qu'a été éprouvée la solution lors des premiers conseils diffusés.

L'évolution des installations et les modes d'administrations du serveur FMS sont détaillés dans la deuxième partie.

### **I.2.3 Un équipement de captation spécifique à l'Hôtel de Communauté**

L'introduction de ce mémoire, « Une volonté de transparence de la vie politique », et l'annexe 1 déjà citée annonçait l'orientation prise par la CUB pour développer la VD/IP : Retransmettre en direct et en différé les séances du Conseil.

Cela suppose un équipement de numérisation, d'enregistrement et de diffusion complet pour la salle du conseil. Ces équipements sont décrits ci-après.

« Le synoptique général de la solution de vidéo-diffusion » ainsi que « le schéma logique des flux » sont les principales illustrations à garder sous les yeux pour suivre la description qui suit<sup>22</sup>.

Les matériels ont été choisis suite à la réalisation in situ du prototype de la solution de VD/IP. Pendant les conseils de communauté de l'automne 2008, des tests peu concluants d'une caméra mobile (sur un trépied ou à l'épaule) et de quatre caméras fixes orientables ont conduit au changement de l'expérimentation telle qu'elle était prévue dans le programme fonctionnel<sup>23</sup>.

### I.2.3.1 En salle du Conseil : des caméras analogiques pilotables à distance

La salle du conseil est équipée de quatre caméras pilotables (PTZ<sup>24</sup>).

Les caméras sont positionnées de manière à ce que chaque place de la salle soit adressable par au moins deux caméras grâce à des prépositions enregistrées.

Chaque caméra est reliée à la régie par un câble permettant de véhiculer l'alimentation de la caméra, le signal de commande pour le pilotage et un signal vidéo analogique PAL. La description fonctionnelle des flux (dans l'annexe 5) décrit ces liaisons de type A (liaison vidéo) et B (liaison série).

Au cours des premiers enregistrements des conseils (dans la deuxième phase d'expérimentation), certaines caméras ont montré des signes de défaillances mécaniques



Illustration 15: Première caméra Elbex de type EXC7000

<sup>22</sup>Le dossier technique détaillé en annexe 5 contient notamment le synoptique général de la solution de vidéo-diffusion et le schéma logique des flux.

<sup>23</sup>L'annexe 3 présente les matériels qui devaient être utilisés pour l'expérimentation.

<sup>24</sup>Pan Tilt Zoom – les déplacements des caméras peuvent se faire dans le sens vertical (Tilt), horizontal (Pan) et la focale peut être modifiée (Zoom)

et de lenteurs de réponse aux ordres envoyés par cette la liaison série. En effet, ces caméras Elbex de type EXC7000 que l'on peut voir sur l'illustration 15 reposaient sur une mécanique sensible, non protégé par un globe de verre. Les orientations des caméras étaient également très visible depuis la salle ( les conseillers n'ont cependant pas semblé être dérangés par leurs mouvements).



Illustration 16: Caméra de remplacement Elbex de type globe.

Une caméra de substitution de type « globe » a alors été testée.

Sa mécanique n'a pas connu de défaillance mais cette caméra de marque Elbex a également été remplacée.

Les caméras finalement adoptées pour les captations des séances du conseil de la CUB sont des caméras Samsung SPD-3750T



Illustration 17: Aperçu d'une nouvelle caméra Samsung à globe « discret » dans la salle du conseil.

Ce sont en effet les seules caméras testées qui permettent d'enregistrer et surtout de récupérer les réglages des prépositions.

Ces réglages sont utiles lorsque la caméra ou sa base d'installation est endommagée ou rencontre des dysfonctionnements. Étant enregistrées à la fois dans la caméra et son socle, lors du remplacement d'un des deux éléments, il est possible de transférer les prépositions et toutes les informations liées à ces prépositions du socle vers la caméra ou inversement.

Contrairement aux caméras Elbex, le nombre de prépositions enregistrables couvre largement la salle.

D'autre part, elle permet d'effectuer une mise au point permanente et une mise au point automatique pendant l'utilisation du zoom, de régler la vitesse du zoom, de personnaliser les gains de rouge et de bleu pour la balance des blanc et de régler automatiquement la vitesse de l'obturateur, en fonction de la luminosité de l'écran...

### **I.2.3.2 En régie : Une baie hébergeant des dispositifs électroniques conséquents**

Il y a en réalité deux baies car bien qu'une seule eut été suffisante pour contenir tout le matériel électronique de VD/IP de la régie, l'occupation importante par les jarretières informatiques (provenant de la salle du conseil) a nécessité l'installation d'une deuxième baie pour la partie poste de backup.

Les signaux vidéos en provenance des caméras sont envoyés vers un multiplexeur vidéo 8 entrées/16 sorties afin de disposer de trois copies du signal original<sup>25</sup> :

Le premier signal est envoyé, dans un codeur appelé « Codeur Diffusion » (Analogique / IP) à quatre entrées qui permet au réalisateur de sélectionner l'entrée à diffuser.

Le deuxième signal est envoyé dans quatre codeurs appelés « Codeurs Pilotage 1-4 » (Analogique / IP) mono-entrée ayant pour rôle le contrôle de l'image et le pilotage de chaque caméra.



Illustration 18: brassage réseau (salle du conseil), multiplexeur vidéo et codeurs/décodeurs MAVIX

<sup>25</sup>Voir le synoptique du matériel de la régie de l'annexe 5

Le dernier signal est envoyé vers une station appelée « Station Backup<sup>26</sup> » dont la fonction est de numériser ces signaux afin de les enregistrer sur le disque dur local à des fins de montage ou de traitement en différé.

Cette baie héberge également les switchs réseaux du câblage informatique des 130 tables des conseillers ainsi qu'un switch qui permet de diriger les flux vidéo numérisés des codeurs vers les décodeurs de la salle des serveurs au premier étage.

Le flux audio associé<sup>27</sup> est récupéré à la sortie de la régie audio existante<sup>28</sup> et est dirigé au travers d'un répartiteur/retardateur vers :

- L'entrée audio du codeur à quatre entrées « Codeur Diffusion » avec un décalage permettant une resynchronisation du son et de l'image (environ 300ms).

- Les entrées audio associées aux quatre voies de numérisation vidéo de la « Station Backup ».

Le flux IP généré par le « Codeur Diffusion » est capturé par une application située sur la « Station Backup » à des fins de sauvegarde.



Illustration 19: Retardateur et répartiteur audio, poste de backup avec carte d'aquisition multi-flux



Illustration 20: table de mixage son (pilotage régie son) et écran tactile de contrôle des vidéo-projecteurs

<sup>26</sup> Poste de backup visible sur la photographie de la deuxième baie.

<sup>27</sup> Les flux audio sont tous monophoniques.

<sup>28</sup> L'illustration 20 présente la table de mixage de la régie son d'où est calibré le son diffusé.

### I.2.3.3 Un poste de pilotage complet en régie

Toutes les opérations de sélection et de pilotage des caméras sont gérées à partir d'une station appelée « Station Régie ».

C'est depuis cette station que sont réalisés:

- Les déplacements des caméras sur les orateurs.
- L'affectation des caméras sur les encodeurs et donc sur le contenu diffusé.
- La vérification des images encodées.

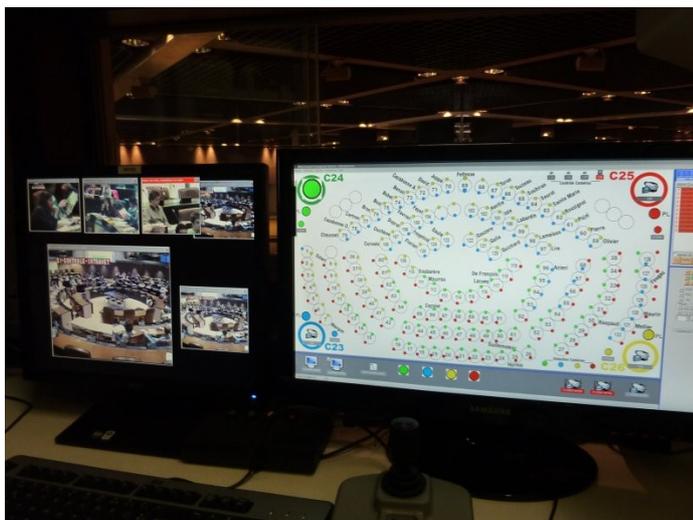


Illustration 21: écran de visualisation des 4 caméras et du retour de la vidéo diffusé (à gauche), joystick de pilotage manuel de la caméra sélectionnée, écran de sélection des prépositions.

C'est également depuis cette station que les caméras ont été préalablement paramétrées.

Le joystick et le pupitre de commande sont deux dispositifs complémentaires qui offrent plus de souplesse au « réalisateur » pour sélectionner les caméras à utiliser pour la diffusion.

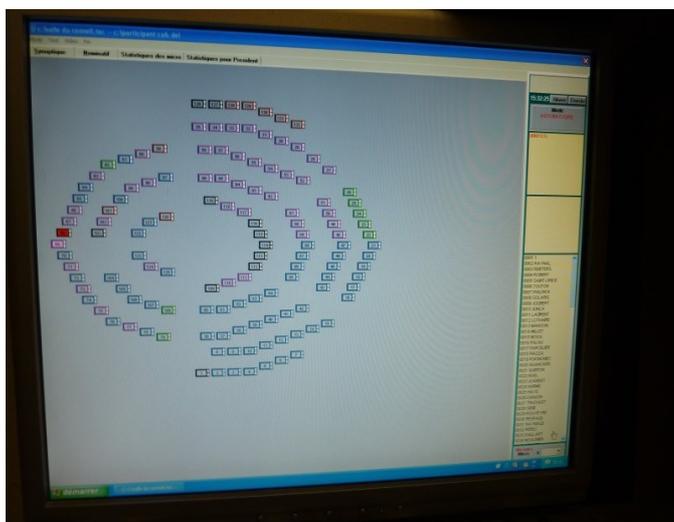


Illustration 22: écran de contrôle des micros activés dans la salle du conseil

Pour faciliter le repérage des orateurs, il y a un écran de contrôle des micros activés. Cet écran est un retour de celui présent dans la salle du conseil et à partir duquel le « régisseur son » active ou non les micros individuels des conseillers.

### I.2.3.4 Une batterie de serveurs et de matériels spécifiques à la vidéo-diffusion en salle blanche

La salle des serveurs n'est pas à proximité de la salle du conseil et reste donc « isolée » du dispositif de captation de la régie. C'est là que se trouvent les serveurs d'encodage intranet et Internet ainsi que le serveur de vidéo-diffusion<sup>29</sup>.

- **Un dispositif de décodeurs/encodeurs vidéo-analogique/vidéo sur IP**



Illustration 23: Équipement audio/vidéo de la salle serveurs

Le flux IP généré par le codeur « Codeur Diffusion » est récupéré par deux décodeurs (IP/Analogique) baptisés « Décodeur Intranet S1 » et « Décodeur Internet S1 ».

Deux autres décodeurs, baptisés « Décodeur Intranet S2 » et « Décodeur Internet S2 », permettent de gérer un deuxième flux vidéo IP qui proviendrait d'une source distante.

Ces quatre flux analogiques sont envoyés vers un multiplexeur vidéo 4 entrées/8 sorties afin de disposer de deux copies de chaque flux :

- La première copie des flux (OUT 1 ET OUT 5) est envoyée vers une station « Encodeur Intranet » qui encode ces flux analogiques et les envoient vers le serveur « diffusion-intra » pour le

mettre à la disposition de tous les utilisateurs connectés au réseau de la CUB. Le flux IP résultant peut intégrer plusieurs sous-flux, à des bandes passantes différentes pour adapter la diffusion aux populations locales et distantes.

- La première copie des flux (OUT 3 ET OUT 7) est envoyée vers une station « Encodeur Internet » qui encode ces flux analogiques et les envoient vers le

<sup>29</sup>Le synoptique des matériels audio/vidéo de la salle des serveurs se trouve en annexe 5

serveur de diffusion du prestataire retenu pour la publication de ces flux sur Internet.

- La deuxième copie (OUT 2, OUT 4, OUT 6 et OUT 8) est envoyée vers quatre codeurs (Analogique/IP) mono-entrée appelés respectivement « Codeur contrôle Intranet S1 », « Codeur contrôle Intranet S2 », « Codeur contrôle Internet S1 » et « Codeur contrôle Internet S2 » et ayant pour rôle le contrôle des flux diffusés à partir de la « Station Régie ».

- ***Un serveur d'encodage Internet***

« Encodeur-inter » est un « simple » poste sous windows XP équipé d'une carte d'acquisition OSPREY450e à 4 entrées.

Il effectue l'acquisition des vidéos provenant de la régie et à destination d'Internet via le logiciel Adobe Flash Media Live Encodeur.

La destination d'internet est en réalité l'adresse du serveur de diffusion internet équipé de la solution FMS décrite précédemment. Ce serveur est hébergé chez un prestataire spécialisé proposant une bande passante pour les internautes bien supérieure à celle disponible à la CUB. Les échanges de flux se font avec le protocole RTMP.

- ***Un serveur d'encodage intranet***

« Encodeur-intra » est lui aussi un « simple » poste sous windows XP équipé d'une carte d'acquisition OSPREY450e à 4 entrées.

Cependant, sa charge est plus lourde car il effectue l'acquisition des vidéos provenant de la régie et à destination du serveur de diffusion en plusieurs niveaux d'encodage simultanés.

Il utilise pour cela le logiciel windows media encodeur 9 de Microsoft.

- ***Un serveur de vidéo-diffusion sur l'intranet***

« Diffusion-intra » assure la diffusion en direct sur l'intranet des flux vidéo en multicast. provenant du serveur encodeur-intra. Il réalise en même temps l'enregistrement automatique des flux diffusés sur une baie de stockage spécifique :

Ce sont des possibilités offertes par la solution WMS qu'il héberge.

Sur ce serveur, un logiciel accessible avec un simple navigateur permet de mettre en ligne (c'est à dire de rendre disponible pour les utilisateurs) les flux envoyés en direct ainsi que les fichiers vidéos stockés.

- ***Un serveur de base de données***

Sur un serveur sous Windows 2008 est hébergé une base de donnée SQL qui contient l'ensemble des information des fichiers vidéos enregistrés durant les conseils de communauté.

C'est cette base qui est interrogée par l'application « en ligne » hébergée sur diffusion-intra et qui permet de démarrer et d'arrêter la diffusion sur Internet et l'intranet et qui permet également de lancer l'enregistrement du flux diffusé.

#### **I.2.4 Un projet « moderne » mobilisant de nombreux participants internes et externes**

La mise en œuvre du projet de VD/IP a nécessité la collaboration indispensable de services internes et de prestataires professionnels spécialisés dans ce type de déploiement. Sans revenir sur la méthodologie de projet ou les contraintes organisationnelles, la présentation des rôles de chaque intervenant précise leurs participations au projet.

##### **I.2.4.1 Des partenaires professionnels: « intégrateurs » et « régisseurs »**

- ***Installation et maintenance de la solution***

La réalisation du prototype de VD/IP a été faite par la société NextiraOne, titulaire du marché Fil'IP en relation avec le chef de projet pour la définitions des objectifs et des technologies retenues.

La phase d'expérimentation a débuté en septembre 2008 et s'est étalée sur plus de 6 mois. C'est une société bordelaise -missionnée par la société NextiraOne- qui a déployée les matériels vidéo, codeurs et serveurs, après le câblage de l'infrastructure réseau. Le travail en étroite collaboration avec l'équipe réseau de la DSI était nécessaire pour permettre aux équipements de s'intégrer au nouveau réseau sécurisé de la CUB.

La phase d'industrialisation n'a pu démarrer qu'en septembre 2009 qu'après que la décision d'industrialiser la solution ai été donnée par le cabinet en juillet 2009.

C'est également le sous-traitant qui a préparé et hébergé le premier serveur FMS lors des tests préliminaires.

Les transferts de compétences ont été opérés au printemps 2010 afin d'éclairer les dernières zone d'ombres pour les futurs utilisateurs du dispositif n'ayant pas participé de près au déploiement.

- **« Régisseur »son/vidéo pour les manifestations de la CUB**

Le recours à des prestataires externes lors des Conseils de Communauté et de nombreuses manifestations est courant à la CUB. Aussi, la société IEC, qui gérait déjà la régie son lors des Conseils a été un interlocuteur privilégié pour tout le travail et l'installation en régie.

De plus, leur expertise dans le domaine de la vidéo à permis de leur confier dès la phase d'expérimentation les commandes de la station régie : le poste de pilotage de VD/IP pour les diffusions en direct.

#### **I.2.4.2 Des services très concernés et des éditeurs de contenus à informer**

- ***Direction de la communication externe en première ligne.***

Le conseil de la CUB a exprimé le besoin de rendre plus accessibles les débats ouverts au publique. C'est naturellement à la direction de la communication externe en relation directe avec le cabinet du Président qu'est revenu la mission de valider le dispositif fonctionnel de VD/IP de la salle du Conseil.

C'est également cette direction qui depuis la phase d'expérimentation participe en régie aux conseils de CUB en assurant le rôle de « réalisateur ». Les essais d'amélioration de la qualité de l'image diffusée en directe ou en différé (VOD) sont toujours soumis à son approbation.

Les contacts sont par conséquent fréquent avec le service informatique qui continue de faire évoluer la solution.

- ***Direction des Systèmes d'Information (DSI) en support technique incontournable.***

Comme on l'a vu dans la première partie, la participation de la DSI est essentielle, tant sur la préparation du projet que sur sa mise en œuvre et son suivi. Elle accompagne non seulement les entreprises titulaires du marché sur la réalisation effective du projet mais également les services internes, utilisateurs finaux de la VD/IP.

- ***Service de communication interne fortement sollicité.***

Le site intranet de la CUB a été entièrement refait en 2008 avec la solution CMS<sup>30</sup> libre ovidentia<sup>31</sup> créée par la société Cantico<sup>32</sup>. Le service de la communication interne, fortement impliqué tout au long de sa mise en œuvre - et toujours principal contributeur du site- souhaitait l'intégration de vidéo. L'usage était dans un premier temps d'utiliser des liens externes à la CUB, sur des sites spécialisés comme [www.dailymotion.com](http://www.dailymotion.com) ou [www.youtube.com](http://www.youtube.com). Suite à cette première période sans serveur interne de VD/IP, la présentation du serveur WMS et une formation organisée pour les agents de ce service leur a permis d'être autonomes en déposant directement leurs vidéos après les avoir encodées sur le « serveur de fichiers » diffusion-intra.

- ***Éditeurs de contenus : relais clés au sein de chaque direction.***

Dès l'origine de la refonte du site intranet, des correspondants privilégiés au sein de chaque direction ont reçu une formation sur la mise en ligne de ressources et d'informations de leur service. Baptisé « éditeurs de contenus de direction », ils sont sollicités par leurs collègues pour publier des documents avec l'accord de leur hiérarchie.

Seuls certains d'entre eux ont manifesté le désir d'utiliser les possibilités offertes par la VD/IP. En effet, malgré la mise en production de la solution, aucune formation ni communication spécifique ne leur a (encore) été dispensée. Aussi, une aide individuelle répondant aux sollicitations donne les bases de la mise en ligne des vidéos.

---

<sup>30</sup>Content Management System : système de gestion de contenu

<sup>31</sup>Cf <http://www.ovidentia.org>

<sup>32</sup>Cf <http://www.cantico.fr/>

Au-delà de simples manipulations d'outils de transformations de fichiers vidéos, c'est une formation sur les règles et les devoirs liés à la diffusion de tels supports qu'il est nécessaire de donner avant de fournir les outils de publication vidéo qui sont largement éprouvés à ce jour.

### **I.2.5 Une réglementation spécifique pour un type de contenu sensible**

Le droit d'auteur, le droit à l'image, la sphère privée ou la sphère publique, le droit à l'oubli, sont des notions sur lesquelles la CUB doit se prononcer et suivre une conduite exemplaire.

La conservation des données vidéo requiert des règles comparables à celles utilisées pour les documents textuels mais avec des contraintes plus fortes liées à la volumétrie et au grand nombre de formats vidéos.

#### **I.2.5.1 Droits et devoirs de la CUB**

Les éléments présentés dans l'annexe 1 et concernant la communication dans le « règlement intérieur du Conseil de la CUB » sont des prérequis indispensables à la mise en œuvre « légale » de la VD/IP.

La CNIL a été informée de ces nouvelles pratiques mais il s'avère que l'inscription n'est pas nécessaire car il s'agit de séances publiques regroupant des hommes et femmes publiques, contrairement aux fichiers exploitants des données d'informations individuelles.

De plus, la loi impose au président du conseil de faire une diffusion la plus large possible des débats du conseil et dans tous les cas il ne pourrait s'opposer à ce qu'un tiers filme les débats (comme l'a fait historiquement TV7).

Une signalétique spécifique a également été créée et affichée aux abords et dans la salle du conseil pour rappeler la publication sur Internet des vidéos des débats s'y déroulant.

### **I.2.5.2 La Conservation des sources**

Les codecs audio et vidéo évoluant tellement vite, la pérennité du média transcodé peut facilement être remise en question.

Bien que performants, les codecs "exotiques" ou spécifiques de certaines marques commerciales, peuvent produire des médias inutilisables dans un proche avenir, ou s'avérer inexploitable sur d'autres plateformes matérielles ou logicielles.

De plus, le transcodage d'un format à un autre avec changements de codecs entraîne systématiquement une perte d'information. Le choix doit donc être fait de préférence dès la capture de la source vidéo d'origine.

En l'absence d'une réflexion aboutie sur l'archivage des données numériques à la CUB et de cadre réglementaire abouti, toutes les vidéos sources montées sont conservées. Elle pourront être encodées ultérieurement dans un format ouvert non dégradé<sup>33</sup>. Les vidéos de backup sont supprimées du poste de sauvegarde lorsqu'après plusieurs mois en ligne, aucun retour sur la qualité de la vidéo diffusée n'est remonté.

La rigueur suivie tout au long du projet Fil'IP, en s'appuyant sur un programme fonctionnel parfois trop détaillé, parfois insuffisant a conduit à la réalisation d'un prototype minimal de VD/IP des séances du conseil.

Malgré le retard pris pour l'équipement définitif de la régie lié à des caméras inappropriées, de la salle des serveurs et de la salle du conseil, le projet de VD/IP est donc passé en phase d'industrialisation en septembre 2009.

Cependant, en dehors de l'approfondissement des aspects techniques, il restait des fonctionnalités importantes à développer sur internet et l'intranet.

Cette nouvelle phase promettait d'être aventureuse.

---

<sup>33</sup>Le Référentiel Général d'Interopérabilité disponible sur le site <http://references.modernisation.gouv.fr/rgi-interoperabilite> recommande d'utiliser la norme MPEG-2 pour la conservation des vidéos.

## **II La vidéo-diffusion par l'exemple : les séances du Conseil de Communauté.**

La période des 18 premiers mois de diffusion en direct et en différé des Conseils de Communauté est riche d'évolutions.

En effet, bien que deux choix technologiques aient été arrêtés, de nombreuses améliorations et évolutions ont du être réalisées après la mise en production du serveur WMS de l'intranet et FMS sur Internet.

Dans cette partie, après la description de ces solutions et des modifications apportées, la problématique de la qualité de services est présentée.

Pour terminer, on s'interrogera sur l'avenir des postes de travail à la CUB, puis sur les changements stratégiques des leader mondiaux d'Internet qui bouleversent lentement mais sûrement la manière de visionner les vidéos sur la toile.

### **II.1 Une diffusion sur l'intranet en haute qualité avec windows media services**

Avec le projet Fil'IP, l'amélioration des débits réels disponibles sur les réseaux informatiques de la CUB permet désormais l'utilisation d'une bande passante significative pour la vidéo.

C'est pourquoi la solution WMS a été déployée dans un mode « haute qualité ». Après l'explication détaillée des choix réalisés, on s'attardera sur les propositions offertes par la migration de la solution.

#### **II.1.1 Les technologies Microsoft de bout en bout sur l'intranet**

De l'acquisition vidéo à sa lecture avec un outil spécifique, la VD/IP nécessite une chaîne de services et d'applications pour laquelle l'éditeur Microsoft couvre tous les domaines. :

Cette sous-partie présente ce large éventail :

- Un logiciel d'acquisition vidéo et d'encodage de fichier et de contenu en direct.

- Une suite d'outils annexes permettant d'éditer les flux, des profils et des fichiers.
- Un logiciel de montage simple pour généré des VOD.
- Le serveur Windows Media Services.
- Un lecteur vidéo performant.

### II.1.1.1 Synoptique des flux de diffusion pour l'intranet

Le schéma logique des flux visible dans l'annexe 5 affiche dans une seule vue l'ensemble des flux de VD/IP (et analogiques) de la solution.

Pour plus de concision, il est nécessaire d'éclater cette vue qui regroupe les flux diffusés en direct et en différé de la même manière. En effet, la description fonctionnelle des flux décrit le flux J comme un flux multicast entre le serveur diffusion-intra et les postes clients de l'intranet : C'est le cas correspondant aux diffusions en direct.

Pour les diffusions en différé ce flux est unicast.

Le schéma ci-dessous<sup>34</sup> présente un synoptique simplifié des flux de VD/IP circulant sur le réseau informatique de la CUB lors « des directs ». La source présentée ici est une vidéo déjà numérisée. Elle correspond donc sur le schéma logique des flux à toute la phase d'encodage, de transfert, puis de décodage avant renvoi sur le serveur « encodeur-intranet ».

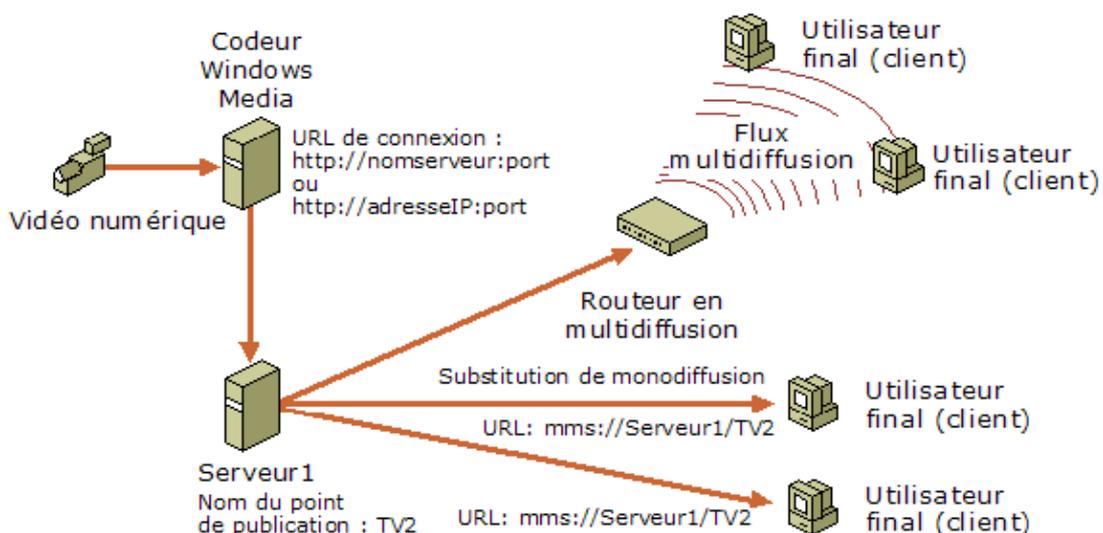


Illustration 24: Synoptique des flux vidéo avec WMV lors « des directs »

<sup>34</sup>Figure tirée du site de Microsoft : <http://technet.microsoft.com/fr-fr/library/cc754435.aspx>

Le flux J sur le schéma logique des flux doit être également représenté avec le synoptique suivant : autant de liaison avec le serveur de diffusion qu'il y a de clients ; que le flux regardé soit le même ou pas. C'est le cas de la VOD.

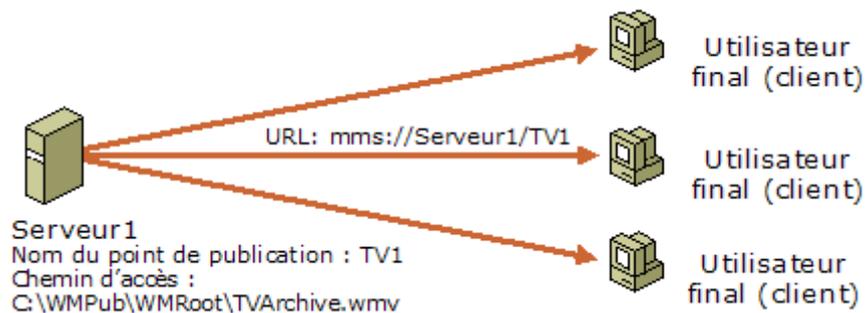


Illustration 25: Synoptique des flux vidéo avec la solution Microsoft WMV pour la VOD

### II.1.1.2 Un direct en multi-diffusion

La diffusion en direct des séances de conseil peut être comparé à la télévision/IP : Il s'agit en effet de proposer aux clients qui le souhaitent, de lire un flux diffusé en multicast sur le réseau de la CUB. Le multicast a de nombreux avantages qui ont été présentés dans la partie I.2.1.2 : « diffuser la vidéo numérisée ».

- ***Un pré-requis indispensable : l'activation de la multi-diffusion sur les routeurs de la CUB.***

Lors de l'étape technique N°1 du projet Fil'IP, tous les commutateurs/routeurs de la CUB ont été remplacés par des équipements Cisco, configurés pour accepter les protocoles multicast<sup>35</sup>.

- ***Une configuration spécifique du serveur WMS***

L'utilisation du mode multicast n'est pas automatique sur le serveur WMS et nécessite la configuration d'un plugin d'écriture de données en multi-diffusion.

<sup>35</sup>Toutes les information sur le multicast des routeurs Cisco est dans la documentation disponible sur le site de Cisco. Cf: [http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12\\_2/ip/configuration/guide/1cfmulti.pdf](http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfmulti.pdf)

L'illustration suivante est la fenêtre principale de la console MMC de WMS. C'est depuis cette console que chaque point de publication est créé puis configuré.

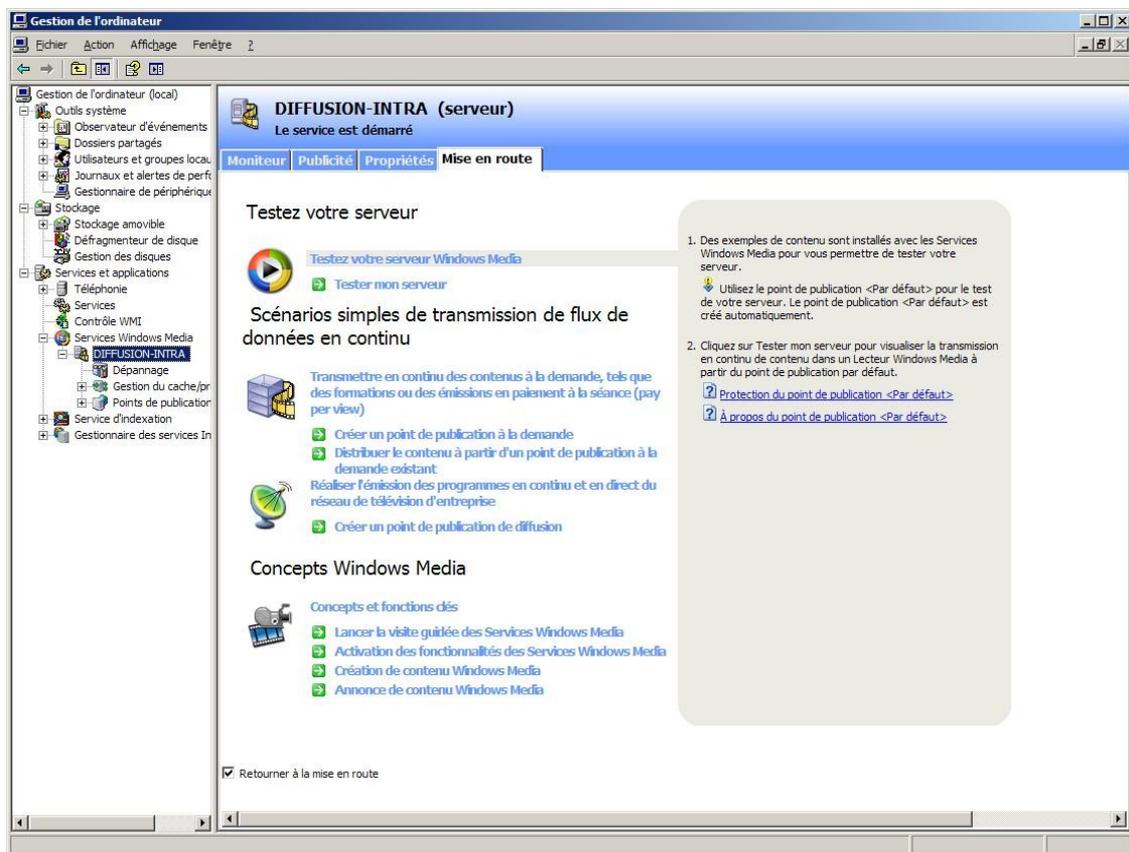


Illustration 26: Fenêtre principale de WMS sous windows 2003

Les paramètres du plugin-in d'écriture de données en multi-diffusion sont nombreux: Quelques-uns sont expliqués ci-dessous :

- **La durée de vie (TTL)** : C'est le nombre de routeurs par lesquels la transmission en multi-diffusion peut transiter sur le réseau avant d'expirer.
- **la substitution de mono-diffusion**

Elle permet aux lecteurs de basculer automatiquement vers une connexion en mono-diffusion s'ils ne parviennent pas à recevoir le flux de données en multi-diffusion.

Sur le synoptique des flux vidéo avec la solution Microsoft WMV lors « des directs », cela correspond à l'utilisateur final connecté à l'URL : `mms://serveur1/tv2` . Ce flux de substitution de mono-diffusion peut-être soit le même flux pour lequel un point de publication est créé, soit un autre flux de mono-diffusion (défini par un autre point de publication).

Le point de publication en direct se caractérise par d'autres paramètres indispensables :

- L'annonce du point de publication détermine où le client « trouve » le flux diffusé. Cette annonce est ensuite intégrée sur la page de l'intranet avec le contenu suivant : `mms://video-diff/LIVE_S1_INTRANET`
- Des limites de connexion ou/et de charge réseau garantissent le fonctionnement du serveur.
- Le fractionnement des flux facilite l'accès aux données par les clients.
- Le cache rapide favorise l'utilisation de la mémoire tampon sur les postes clients.
- L'emplacement du contenu : Lors des séances du conseil de communauté, c'est l'adresse utilisée par le serveur d'encodage pour diffuser le flux capturé et encodé : `http://encodeur-intra:8081`
- ***Un encodage de très haute qualité avec Windows Media Encodeur***

La diffusion en direct, grâce à l'utilisation d'un flux multicast, permet une qualité optimale de la vidéo.

Il est écrit au chapitre I.2.3.4 que le serveur encodeur-intra « effectue l'acquisition des vidéos ../. en plusieurs niveaux d'encodage simultanés. »

Cependant après les premiers essais de ce mode MBR (Multiple Bit Rate) seul un encodage a été

conservé à un débit de 4 Mb/s pour le codec vidéo. L'illustration ci-contre montre le débit réel relevé sur le lecteur windows media d'un poste situé à l'Hôtel de CUB et lisant le flux du direct.

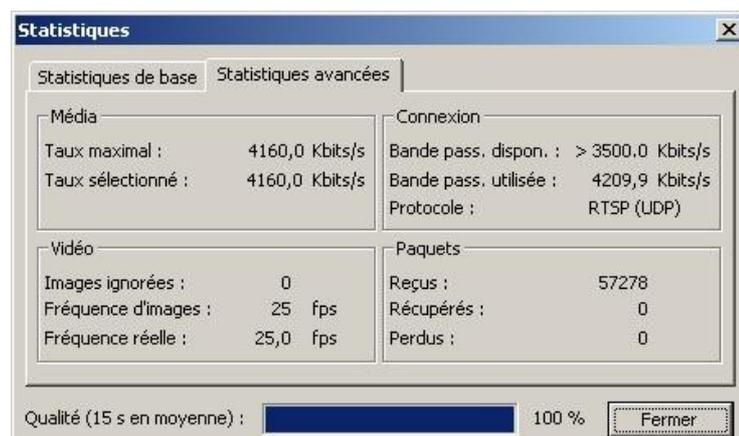


Illustration 27: Aperçu des statistiques du lecteur Windows média lors de la diffusion optimale du direct sur l'intranet.

Ce taux affiché de 4160Kb/s s'explique par les choix faits lors de la configuration de l'encodage avec Windows Media Profil Editor : Cet outil fait parti de la suite « Windows Media Utilities » et propose des profils d'encodage en fonctions du type de diffusion. Celui choisi pour le direct utilise le codec vidéo WMV9 advance Profile à 4Mb/s et le codec audio WMA9.2 à 160 Kb/s, tous les deux en mode CBR<sup>36</sup>

Ce profil enregistré dans un fichier « prx » et appelé depuis l'interface web développée spécifiquement pour piloter le programme « EncoderManager ». C'est ce dernier qui utilise WME pour l'encodage.

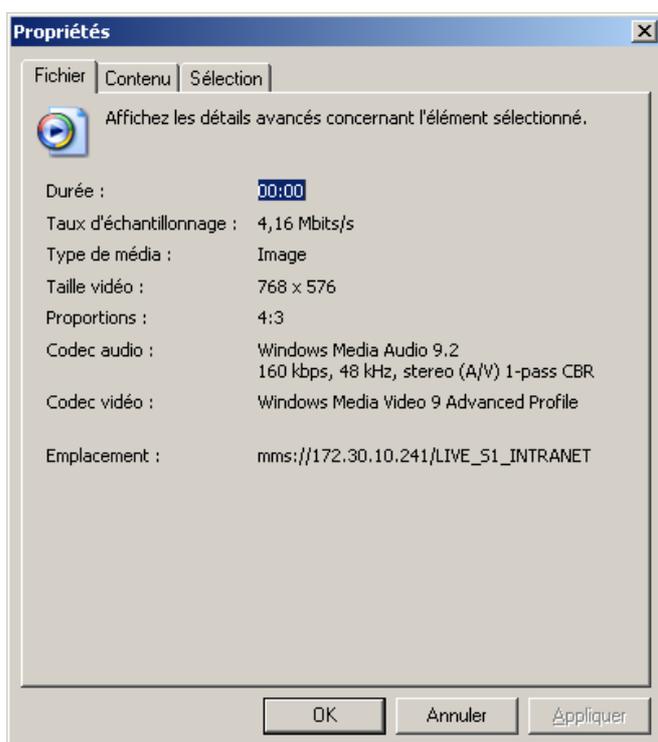


Illustration 28: :Propriétés du fichier visualisé à partir du lecteur Windows média lors de la diffusion optimale du direct sur l'intranet

de seulement 160kb/s. En effet, seul le son est diffusé lorsque le site distant ne supporte pas le débit vidéo requis.

On retrouve les caractéristiques du fichier visualisé en consultant les propriétés affichées par le plugin du lecteur Windows Média appelé sur la page de l'intranet (illustration ci-contre).

Malgré la refonte du réseau de la CUB, les liaisons IP/MPLS de certain sites distants ne permettent pas de diffuser des flux vidéo à un débit supérieur à 2 Mb/s.

N'ayant pu utiliser la fonctionnalité MBR sur le serveur encodeur-intra, l'illustration ci-contre afficherait les mêmes caractéristiques mais avec un taux d'échantillonnage

<sup>36</sup> CBR pour Constant Bit Rate à traduire par « taux d'échantillonnage fixe »

- **Un lecteur évolué**

La lecture du flux provenant du serveur WMS nécessite un lecteur capable de reconnaître le format conteneur et les flux multiples qui peuvent s'y trouver.

Le lecteur Windows Media peut diffuser du contenu en direct tout en archivant une copie en local pour une lecture ultérieure (à condition que la fonctionnalité « cache rapide » soit activée sur le serveur WMS).

Au début, Microsoft utilisait le protocole MMS. Situé au-dessus de Windows Media Services, ce protocole autorisait les mono-diffusions (unicast) via UDP ou TCP. Il n'est cependant plus pris en charge par Microsoft depuis le lancement de la version 2008 de Windows Media Services.

Les options ci-contre montrent que le lecteur WMP depuis les version 9 continue de recevoir les flux adressé par le préfixe « mms:// » : C'est ce préfixe qui a été conservé pour permettre la substitution de protocole. Par défaut C'est donc RTSP/UDP puis RTSP/TCP et enfin HTTP qui sont utilisés.

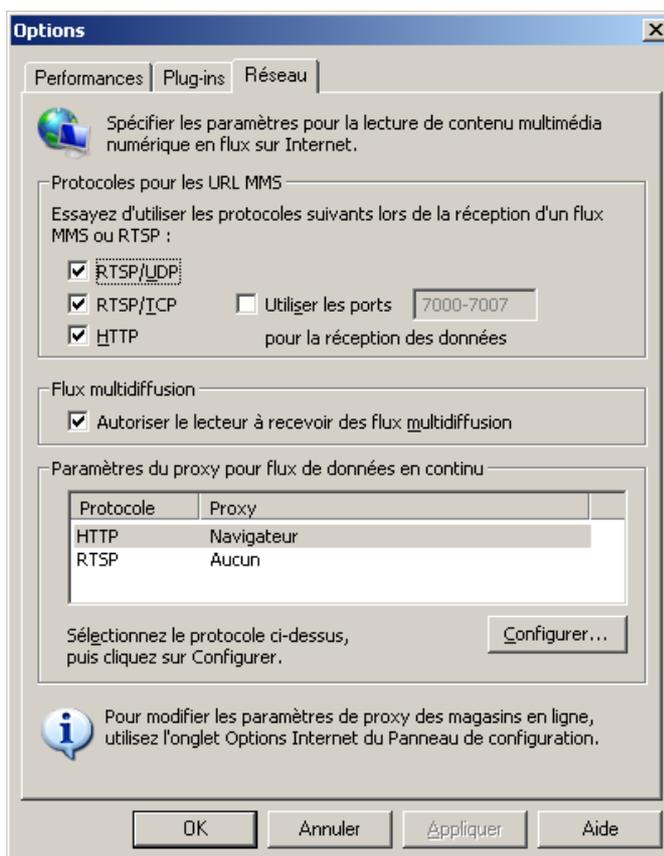


Illustration 29: Paramétrage par défaut du lecteur Windows média sur le poste informatique de la CUB

Les nombreux paramétrages de WMP peuvent être retrouvés (et modifiés) sur les postes clients sous windows dans des fichiers au format XML (WMSDKNS.XML pour WMP 11...)

### II.1.1.3 Une diffusion de la VOD en mono-diffusion et en qualité adaptée au débit disponible

Les points de publication « à la demande » de WMS offrent des possibilités similaires à celles du direct. En outre, disposer de temps pour « préparer » les VOD permet de multiplier les débits d'un flux pour une même vidéo.

- **« Montage » de la vidéo du Conseil » avec *Window Movie Maker*.**

Pendant la diffusion en direct des Conseils de CUB, un point de publication se charge d'enregistrer le flux provenant du serveur d'encodage. C'est à partir de cet enregistrement (sans compression supplémentaire) qu'est réalisé le « montage » de la vidéo du Conseil qui sera proposée en VOD.

Ni le « synoptique général de la solution de vidéo-diffusion » ni le « schéma logique des flux » de l'annexe 5 ne mentionnent l'existence du poste de montage vidéo. Ce poste « gonflé » est directement connecté au VLAN<sup>37</sup> serveur pour permettre les transferts rapides des gros fichiers vidéo et un montage efficace.

Les premières vidéos du conseil ont donc été montées avec Windows Movie Maker. Le montage consiste simplement à supprimer les parties avant l'ouverture de la séance par le président et après la fin de la séance, puis à ajouter un clip d'introduction institutionnel CUB précurseur d'une charte vidéo en devenir.

L'enregistrement du montage est ensuite encodé avec Windows Media Encodeur.

- **3 flux vidéo dans un conteneur pour s'adapter aux différents débits des sites de la CUB.**

Il est écrit au point II.1.1.2 que l'utilisation de flux multiples (MBR) n'est pas en place pour la diffusion du direct et que, par conséquent, la « haute qualité » du débit vidéo choisi n'offre que le son aux utilisateurs des sites distants reliés à l'Hôtel par des connexions IP/MPLS. Ce n'est pas le cas de la vidéo à la demande.

Comme sur le serveur encodeur-intra, l'outil Windows Media Profil Editor a été installé avec le programme windows media encodeur afin de générer des profils d'encodage couvrant un large spectre de débits vidéos.

---

<sup>37</sup>Les VLAN sont présentés dans la partie II.3 au sujet de la qualité de service.

Des profils aux formats d'affichage 4/3 et 16/9 ont été créés avec trois flux vidéos et un flux audio. Les débits varient de 300 Kb/s à 1500Kb/s. Ce sont des débits bien inférieurs au 4160 Kb/s utilisé pendant les diffusions en direct : Les points de publication créés pour la VOD fonctionnant en unicast, il n'est pas souhaitable de conserver des débits aussi élevés sans risquer de mettre à mal le serveur WMS, voire le réseau de la CUB. Ces profils sont également à disposition des éditeurs de contenus afin qu'ils puissent facilement réaliser des vidéos accessibles à tous.

## **II.1.2 Migration du serveur : De nouvelles possibilités**

Le changement de version de WMS (passage en version 9.5) dépendait de sa disponibilité pour Windows 2008R2. Ce n'est qu'au printemps 2010 que la dernière version « windows media services » est arrivée pour ce système, apportant des fonctionnalités nouvelles et surtout de meilleures performances.

Outre l'optimisation du serveur WMS, le passage à Windows 2008R2 offre des perspectives nouvelles sur un mode de diffusion en plein essor : « l'adaptive Streaming ».

La version de ce système s'appelle « Smooth streaming » chez Microsoft.

### **II.1.2.1 Un nouveau WMS**

La diffusion en direct et surtout la diffusion à la demande bénéficient d'évolutions bien pratiques suite au changement de version de WMS. Quelques exemples sont donnés ci-dessous:

Le démarrage rapide avancé :

Il permet à un lecteur multimédia de commencer la lecture du contenu dès que sa mémoire tampon reçoit une quantité minimale de données, réduisant ainsi le temps d'attente de l'utilisateur avant de commencer à voir le flux.

Le contrôle d'intégrité amélioré :

La solution Microsoft Operations Manager utilisée à la CUB pour surveiller les serveurs sous Windows 2003 et 2008 dispose maintenant d'un pack d'administration pour Windows Media Services.

L'encodage MBR « adaptative » :

Conçu pour ajuster le flux diffusé à la bande passante disponible, MBR combine plusieurs vitesses de transmission en un fichier encodé unique. Lors de l'accès au fichier, le serveur détermine la vitesse de transmission appropriée sur base de la bande passante disponible, puis transmet le fichier encodé à la vitesse de transmission optimale. Dans les versions précédentes de WMS, lorsque la bande passante disponible diminuait pour une raison quelconque, le flux pouvait s'interrompre si la qualité de la bande passante ne s'améliorait pas. Désormais, le flux passe automatiquement à une vitesse de transmission inférieure disponible.

#### II.1.2.2 « Smooth-streaming » et « Silverlight »

- « *Smooth-streaming* » l'« *adaptive Streaming* » selon Microsoft.

Au deux modes de diffusion vus au I.2.1.2, à savoir le streaming et le progressive download, il faut en ajouter un troisième « l'adaptive Streaming ».

C'est une méthode de livraison vidéo qui réagit comme du streaming, mais qui est basée sur le protocole HTTP : La vidéo transmise est découpée en morceaux de 2 à 4 secondes qui sont transportés via ce protocole. L'affichage de la vidéo est donc une récupération d'une longue série de petits bouts de fichiers reçus en téléchargement.

Chaque morceau peut être hébergé sur un simple serveur Web et peut également tirer profit des « caches » HTTP existants. De là, il est téléchargé par le client d'une façon linéaire et au fur et à mesure, la vidéo est reconstituée en faisant jouer les morceaux de façon continue.

La partie « adaptative » intervient lorsqu'une vidéo est encodée en plusieurs débits. Ainsi, pour chaque 2 secondes, une multitude de morceaux correspondant au débit associé seront générés. Lorsqu'ils sont parfaitement alignés et synchronisés, cette technique permet de faire varier la qualité de la vidéo affichée en fonction de la bande passante disponible.

« Smooth-streaming » est donc la version développée par Microsoft d'« adaptative Streaming » et se présente comme une nouvelle extension pour IIS 7.0. Ce nouveau mode de diffusion nécessite cependant de changer de lecteur. En effet, le lecteur Windows Media est incapable de lire un flux « Smooth-streaming » : Il faut passer par silverlight.

- **Silverlight**

Silverlight est un plugin qui s'installe à la demande sur le poste utilisateur et complète le navigateur avec une interface graphique fonctionnant en interaction avec le serveur. Il fonctionne de façon similaire à Adobe Flash. Il supporte les formats WMV, WMA et MP3. Vu que WMV9 est une implémentation du standard SMPTE VC-1, il supporte aussi les vidéos VC-1.

**Petit encart sur le VC-1**

Le **VC-1** (Video Compression 1) est une évolution du WMV Advanced Profile dont les caractéristiques techniques ont été validées auprès du SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers, organisme qui définit les normes audiovisuelles aux USA). Le VC-1 (ou SMPTE 421M) est donc un container spécialisé et sécurisé (DRM) pour la diffusion du contenu haute définition.

Windows Media 9 de Microsoft était un système propriétaire jusqu'en mars 2004 lorsque la société de Redmond a présenté à la SMPTE un document intitulé « Proposed SMPTE Standard for Television: VC-9 compressed video Bitstream format and decoding Process » afin de normaliser la technologie Windows Media 9. La norme a été appelée VC-1 et Windows Media 9 est aujourd'hui une application logicielle de VC-1.

Pour lire toutes ces vidéos en « smooth-streaming » il est nécessaire de réaliser un encodage spécifique que ne sait pas faire Windows Media Encodeur. Encore une fois c'est son successeur, Windows Expression Encodeur, qui en est capable.

### **II.1.2.3 Windows Expression Encodeur**

Expression Encoder est un outil professionnel qui permet d'enrichir, d'encoder et de publier des vidéos. Il permet de convertir et de compresser de multiples formats au

standard SMPTE VC-1 pour des scénarios Haute Définition, Web et mobile. Il permet la création de vidéos avec menu « chapitré » : Il suffit de réaliser le montage d'une vidéo en insérant des « cue points » et en générant un fichier XML correspondant à une « playlist »

La technologie smooth-streaming, destinée principalement à la diffusion sur Internet, n'a pas été implémentée à la CUB. Les réseaux internes étant performants, la solution WMS, pour ses fonctionnalités du direct et du multicast à été conservée.

Nom complet :	Vidéo #3		
\\172.30.10.241\conseil\conseil20110211.wmv	ID :	6	
Format :	Windows Media	Format :	VC-1
Taille du fichier :	2,61 Gio	Profil du format :	AP@L0
Durée :	3h 16mn	Identifiant du codec :	WVC1
Type de débit global :	Constant	Identifiant du codec/Suggestion :	Microsoft
Débit global moyen :	1 906 Kbps	Description du codec :	VC-1 - VC-1 Advanced
Débit global maximum :	363 Kbps	Profil	
Date d'encodage :	UTC 2011-02-11 12:36:01.817	Durée :	3h 16mn
		Type de débit :	Constant
Vidéo #1		Débit :	256 Kbps
ID: 2		Largeur :	340 pixels
Format :	VC-1	Hauteur :	256 pixels
Profil du format:	AP@L2	Format à l'écran :	4/3
Identifiant du codec :	WVC1	Images par seconde :	25,000 Im/s
Identifiant du codec/Suggestion :	Microsoft	Sous-échantillonnage de la chrom :	4:2:0
Description du codec :	VC-1 - VC-1 Advanced	Profondeur des couleurs :	8 bits
Profil		Type d'image :	Progressif
Durée :	3h 16mn	Bits/(Pixel*Image) :	0.118
Type de débit :	Constant	Taille du flux :	359 Mio (13%)
Débit :	1 045 Kbps	Langue :	Français
Largeur :	768 pixels		
Hauteur :	576 pixels	Audio	
Format à l'écran :	4/3	ID :	1
Images par seconde :	25,000 Im/s	Format :	WMA
Sous-échantillonnage de la chrom :	4:2:0	Profil du format :	Pro
Profondeur des couleurs :	8 bits	Identifiant du codec :	162
Type d'image :	Progressif	Identifiant du codec/Info :	Windows Media Audio
Bits/(Pixel*Image) :	0.094	Description du codec :	Windows Media Audio 10
Taille du flux:	1,43 Gio (55%)	Professional - 96 kbps, 44 kHz, 2 channel 16 bit 1-pass CBR	
Langue :	Français	Durée	3h 16mn
Vidéo #2		Type de débit :	Constant
../.		Débit :	96,0 Kbps
Débit:	512 Kbps	Canaux :	2 canaux
Largeur :	384 pixels	Echantillonnage :	44,1 KHz
Hauteur :	288 pixels	Profondeur des couleurs :	16 bits
Bits/(Pixel*Image) :	0.185	Taille du flux :	135 Mio (5%)
Taille du flux :	718 Mio (27%)	Langue :	Français

Texte 1: Informations audio et vidéo données par le logiciel media-info pour le fichier de VOD du conseil de février 2011 sur l'intranet.

## **II.2 Une évolution régulière des possibilités de VD/IP sur internet**

Un leader de solution de lecture en continu sur internet est la société Adobe Systems qui en rachetant en 2005 la société Macromedia reprenait le développement de la solution « Flash Communication Server 1.0 » sortie trois ans plus tôt.

Six mois plus tard, en sortant la version 2 rebaptisé « Flash Media Server », Adobe Systems « offrait » (si l'on ne tient pas compte du prix) une solution concurrente sérieuse au produit WMS de Microsoft.

La mise en œuvre de la solution FMS 3.5 retenue est présentée pour commencer avec un synoptique puis avec un outil de transfert du flux vidéo.

Les caractéristiques particulières de ce serveur le rendent rarement « intégrable » par des prestataires non spécialisés : Les difficultés rencontrés et les solutions de remplacement poursuivent la présentation.

Enfin, des demandes de fonctionnalités spécifiques pour la VOD nous emmènent sur des solutions alternatives au produit d'Adobe Systems avant de revenir... au serveur FMS.

### **II.2.1 La diffusion en direct sur internet maîtrisée avec un serveur FMS**

La présence à plus de 90% du lecteur Flash sur les navigateurs des internautes rend le choix d'un serveur FMS parfaitement légitime.

Cependant la mise en œuvre de cette solution se distingue des « classiques » serveurs web notamment par l'utilisation d'un protocole bien différent.

Si l'on ajoute à cela l'absence de maîtrise sur l'hébergement externe des sites de la CUB, l'installation du serveur peut s'avérer compliquée.

Une fois les écueils franchis, l'optimisation du serveur peut être envisagée et une solution logicielle libre alternative étudiée.

#### **II.2.1.1 Synoptique du flux vidéo sur Internet**

Dans le cas de la diffusion sur Internet, comme pour le cas de la diffusion sur l'intranet, le schéma logique des flux visible dans l'annexe 5 est incomplet : Seul le flux entre le serveur « encodeur-inter » et Internet est visible.

Bien que ce synoptique ne présente que les infrastructures internes à la CUB, il paraît évident de le compléter par les illustrations suivantes, tirées du site de l'éditeur<sup>38</sup>.

La première montre l'architecture trois tiers de la solution :

Un serveur web « classique » depuis lequel, l'internaute connecté avec un navigateur récupère un fichier SWF nécessaire.

Un poste client ou le lecteur Flash intégré au navigateur lit les informations du fichier SWF pour interroger le serveur FMS.

Ledit serveur FMS qui répond alors à l'établissement d'une connexion RTMP depuis le lecteur Flash du poste client pour ensuite transmettre le flux (vidéo).

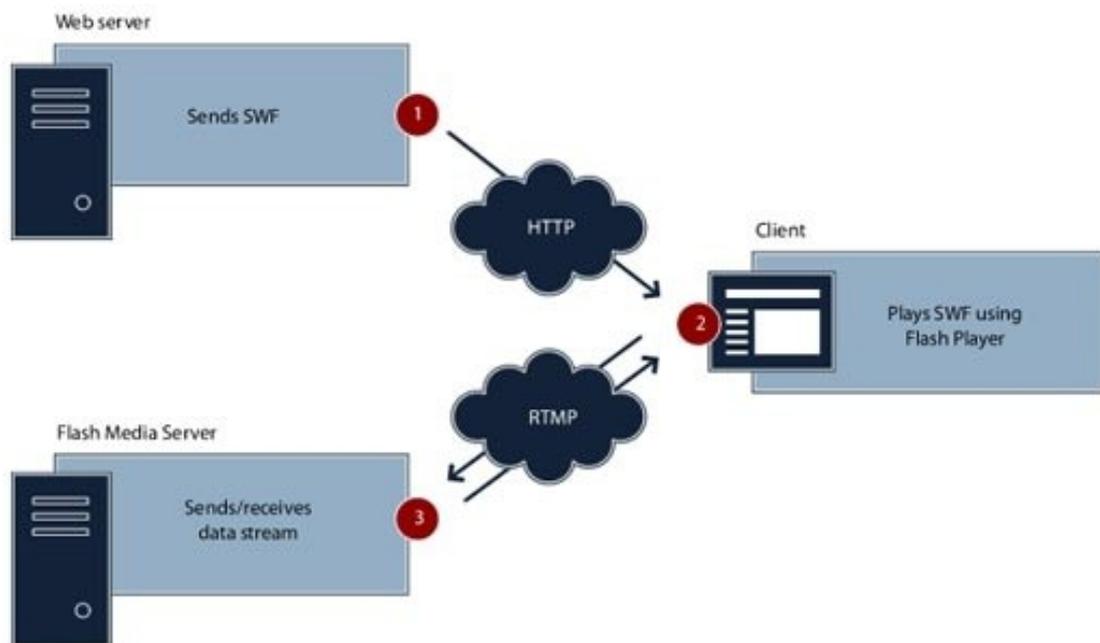


Illustration 30: Synoptique des échanges réseaux entre un serveur FMS, un serveur Web et un poste client

Dans le cas du direct, qui nous intéresse particulièrement ici, il faut rajouter à ce synoptique la liaison RTMP entre la CUB et le serveur FMS. C'est aussi par ce protocole qu'est transmis la vidéo encodée avec le logiciel Adobe Flash Media Live Encodeur.

Une fonctionnalité importante du serveur FMS (présentée rapidement dans la première partie : cf 1.2.2.2) est celle de découper le protocole RTMP en paquets HTTP afin

<sup>38</sup>[http://www.adobe.com/content/dotcom/en/devnet/flashmediaserver/articles/overview\\_streaming\\_fms3/\\_jcr\\_content/articlecontentAdobe/image.adimg.mw.515.jpg/1278490780459.jpg](http://www.adobe.com/content/dotcom/en/devnet/flashmediaserver/articles/overview_streaming_fms3/_jcr_content/articlecontentAdobe/image.adimg.mw.515.jpg/1278490780459.jpg)

de contourner certaines architectures réseaux ayant des règles de sécurité internes (Proxies, Firewalls) bloquant le protocole RTMP.

Le protocole utilisé dans ce cas est RTMPT : Son utilisation est présentée dans le synoptique suivant.

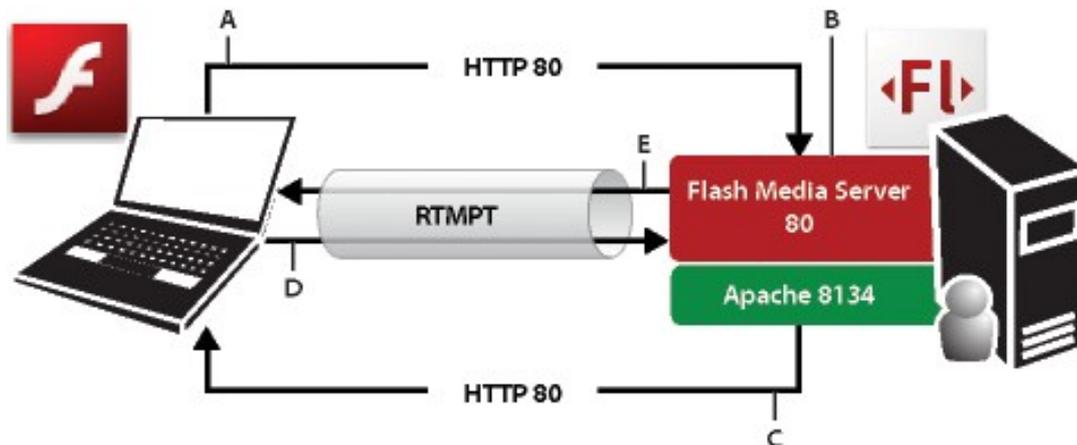


Illustration 31: synoptique d'une connexion entre un poste client et un serveur FMS utilisant RTMPT

Ce protocole peut également être utilisé dans le cas de la diffusion d'un flux en direct, à condition que le paramètre soit activé sur le serveur.

En revanche, pour maintenir un transfert de flux optimal entre la CUB et le serveur FMS hébergé, le seul protocole utilisé est RTMP.

### II.2.1.2 Utilisation d'« Adobe Flash Media Live Encoder » pour l'envoi d'un flux RTMP au serveur FMS

C'est le serveur « encodeur-inter » qui est chargé de transmettre le flux vidéo vers le serveur FMS sur Internet.

Le flux encodé par Adobe Flash Media Live Encoder (AFMLE) et qui transite via RTMP est directement transmis au format et au débit qui sera délivré aux clients.

RTMP est un protocole sérialisé sous forme binaire, plus compact. Le protocole réseau TCP sert de véhicule au RTMP.

Il est malgré tout nécessaire de réduire considérablement le débit du flux arrivant sur « encodeur-inter » afin de proposer un débit « acceptable » par le plus grand nombre.

Le tableau suivant contient à gauche les éléments du fichier XML généré depuis la fenêtre principale d'AFMLE avec les choix faits pour les codecs audio et vidéo ainsi que la résolution. À droite, les informations du fichier généré et enregistré.

Paramètres d'encodage d'Adobe Flash Media Live Encodeur pour la diffusion d'un conseil en direct	Paramètres donnés par media-info pour le fichier encodé sauvegardé.
<p>Stream to Flash Media Server :-  FMS URL : rtmp://195.214.229.253/live  Backup URL: rtmp://195.214.229.247/live  Stream Name : livestream</p> <p>Video Settings :-  Device : Osprey-450e Video Device 1C  Format : H.264</p> <p>Input Size : 320x240  Output Size : 320x240;  Bit rate : 200 Kbps;  Frame Rate : 20.00 fps  Crop : Disabled  Timecode : Disabled  Deinterlace : Disabled</p> <p>Audio Settings :-  Device : Osprey-450e Audio Device 1C  Format : Mp3 Stereo  Sample Rate : 22050 Hz  Bit rate : 48 Kbps  Volume : 60 %</p>	<p>Format : f4v  Identifiant du codec : f4v  Débit global moyen : 262 Kbps</p> <p>Vidéo  Format : AVC  Format/Info : Advanced Video Codec  Profil du format : Main@L2.1  Paramètres du format, CABAC : Oui  Paramètres du format, RefFrames : 4 images  Identifiant du codec : avc1  Identifiant codec/Info: Advanced Video Coding  Type de débit : Variable  Débit : 169 Kbps  Largeur : 320 pixels  Hauteur : 240 pixels  Format à l'écran : 1,222  Type d'images/s : Variable  Images par seconde : 14,026 Im/s  Images/s mini : 1,852 Im/s  Images/s maxi: 20,000 Im/s  Images/s d'origine : 20,000 Im/s  Norme : NTSC  Résolution : 24 bits  Colorimétrie : 4:2:0  Type d'image : Progressif  Bits/(Pixel*Image) : 0.157</p> <p>Audio  Format : MPEG Audio  Identifiant du codec: mp3  Type de débit : Constant  Débit : 48,0 Kbps  Canaux : 2 canaux  Echantillonnage : 22,05 KHz  Taille du flux : (18%)</p>

Le fichier XML est appelé (comme pour la diffusion sur l'intranet) par l'application web qui pilote ici le programme « FMLECmd ».

### II.2.1.3 Remise en cause d'un hébergement non qualifié pour la vidéo

L'installation d'un serveur FMS -outre le prix non négligeable de sa licence d'utilisation- peut nécessiter un contrat spécifique pour son hébergement. Seuls deux

environnement sont capable d'accueillir ce serveur : windows serveur 2003 (puis 2008) et Linux Red-hat (version RHEL 5.2 minimum).

La gestion de l'hébergement des sites web de la CUB ne relève pas de la DSI mais de la direction de la communication. Aussi, c'est en étroite collaboration avec ce service qu'il a fallu travailler.

Le renouvellement du marché d'hébergement piloté par la direction de la communication avec la participation active de la DSI a permis d'intégrer les contraintes associées à la diffusion vidéo. Le recours à un nouveau prestataire a apporté beaucoup de souplesse et de réactivité sur tous les serveurs hébergés, y compris FMS.

- ***Un prestataire d'hébergement dépourvu de plate-forme adaptée***

Le marché initial qui arrivait à terme le 15/03/2010 ne prévoyait aucun service vidéo et les services rendus par le prestataire concerné ne se sont pas avérés adaptés. La phase d'expérimentation qui débuta à l'automne 2008 devait dans un premier temps valider le fonctionnement des matériels audio/vidéo de la salle du conseil et de la régie.

En outre, le serveur FMS n'avait pas encore été retenu et ne serait pas testé avant plusieurs mois.

Un marché de renouvellement de l'hébergement des sites de la CUB a été lancé en octobre 2009.

- ***Une solution temporaire d'hébergement par l'intégrateur***

Les nouvelles plate-formes d'hébergement ne pouvant être disponibles avant avril 2010, les premières diffusions sur internet du conseil de la CUB -pour la phase d'industrialisation- utilisaient un serveur FMS mise en œuvre par la société ICSOR.

Bien que le système Linux Red-hat ait été préconisé, la version FMS3.5 déployée n'a été possible que sur windows 2003.

Pour la diffusion des Conseils de Communauté en direct, ICSOR a fourni au service de la communication externe un lien vers son serveur hébergé ainsi que les éléments nécessaires à l'installation du plugin flash directement sur le serveur web de la CUB.

Cependant, il s'est avéré que la lecture du flux RTMP depuis le serveur hébergé chez OVH avec le lecteur Flash du site [www.lacub.fr](http://www.lacub.fr) était très saccadée. C'est finalement un lien vers une fenêtre externe au site de la CUB qui a permis de suivre le conseil.

Le lecteur flash utilisé provenait des modèles « de base » et ne permettait pas le mode plein écran.

Pour la « vidéo à la demande » des séances passées, à partir du flux enregistré sur le serveur WMS au format ASF, ICSOR ré-encodait la vidéo au format FLV (avec le codec H263\*) puis l'intégrait avec un lecteur SWF spécifique à chaque conseil. Il fournissait ensuite les 3 fichiers à placer sur le serveur web et l'adresse du flux vidéo sur le serveur FMS.

La qualité des vidéos ainsi disponibles était médiocre.

#### **\* Petit encart sur H263**

Initialement standardisé pour la visioconférence à la fin des années 90, le codec H263 (aussi connu en version propriétaire sous le nom commercial "*Sorenson Spark*") est aujourd'hui vieillissant. Ses performances de compression apparaissent limitées face à la concurrence d'algorithmes plus récents, mais il conserve néanmoins deux atouts importants :

- Il est très peu gourmand en ressource pour le codage comme pour le décodage. La compression logicielle est ainsi rapide, et le fichier compressé est lu de façon fluide - y-compris sur de vieilles machines -, ce qui augmente sensiblement l'accessibilité des vidéos ainsi produites...
- le codage et le décodage sont parfaitement supportés par les logiciels libres comme FFmpeg ou Mencoder, et tous leurs dérivés. Le coût d'utilisation de ce codec est donc extrêmement compétitif à tous points de vu.

#### **• Migration de l'hébergement**

En avril 2010, la société Aliénor, nouveau titulaire du marché d'hébergement a mis en place une plate-forme virtualisée pour les serveurs de la CUB.

Basée sur la technologie VMWARE (présente également à la CUB), l'intégration des serveurs a été relativement simple.

- **Un serveur FMS sous windows 2008 R2**

Depuis peu, sur un serveur de test en salle blanche, une machine virtualisée sous Microsoft Hyper-V validait le fonctionnement optimal de FMS sous un environnement windows serveur 2008R2. Une simple transformation de la machine virtuelle d'un environnement Hyper-V vers VMWARE a suffit pour transmettre l'image de cette machine et l'intégrer.

Pour mettre fin à la piètre qualité des vidéos à la demande, un encodage avec avec un codec plus performant était entrepris : Adobe Media Encoder CS4 propose un encodage en H264\* pour la vidéo et MP3 pour l'audio.

**\*Petit encart sur H264**

H.264, connu également sous le nom de « MPEG-4 AVC » (Advanced Video Encoding) et « MPEG-4 Part 10 » est la norme de codage vidéo promulgué par le consortium MPEG-LA (dans lequel on retrouve Microsoft, Apple, Sony...) qui s'est imposé en peu de temps comme le codec de référence des vidéos HD. On la retrouve sur la TVHD, le blue-ray et tous les site proposant de la vidéo HD.

Ses spécifications font l'objet de brevets et sa licences d'utilisation mobilisent de grands acteurs (Google en tête) vers des solutions alternatives.

D'autre part les essais du lecteur Flowplayer<sup>39</sup> donnait toute satisfaction avec la gestion du plein écran et une lecture du flux rtmp de vidéo à la demande et en directe de bonne qualité.

L'implémentation de ce lecteur directement sur le site web de la CUB était alors parfaitement supportée.

- **Un serveur FMS sous Linux Red-Hat 5.3 X64**

La distribution Linux Red-hat Entreprise est déployée à la CUB sur une plate-forme VMWARE pour héberger toutes les bases Oracle (plus de quarante machines virtuelles à l'heure actuelle). La connaissance de ce système a rendu d'autant plus facile la configuration du serveur FMS sous cet OS.

---

<sup>39</sup>Pour plus d'information sur ce lecteur performant : [www.flowplayer.org](http://www.flowplayer.org)

Peu de temps après la mise en production du serveur Windows 2008 R2, une nouvelle machine virtuelle (en test) sous Linux Red-Hat 5.3 X64 avec FMS en version 3.5 rejoignait la ferme des serveurs hébergés par Aliénor.

Ce sont les vidéos à la demande qui ont été placées sur ce serveur, laissant au serveur FMS sous Windows la diffusion des directs.

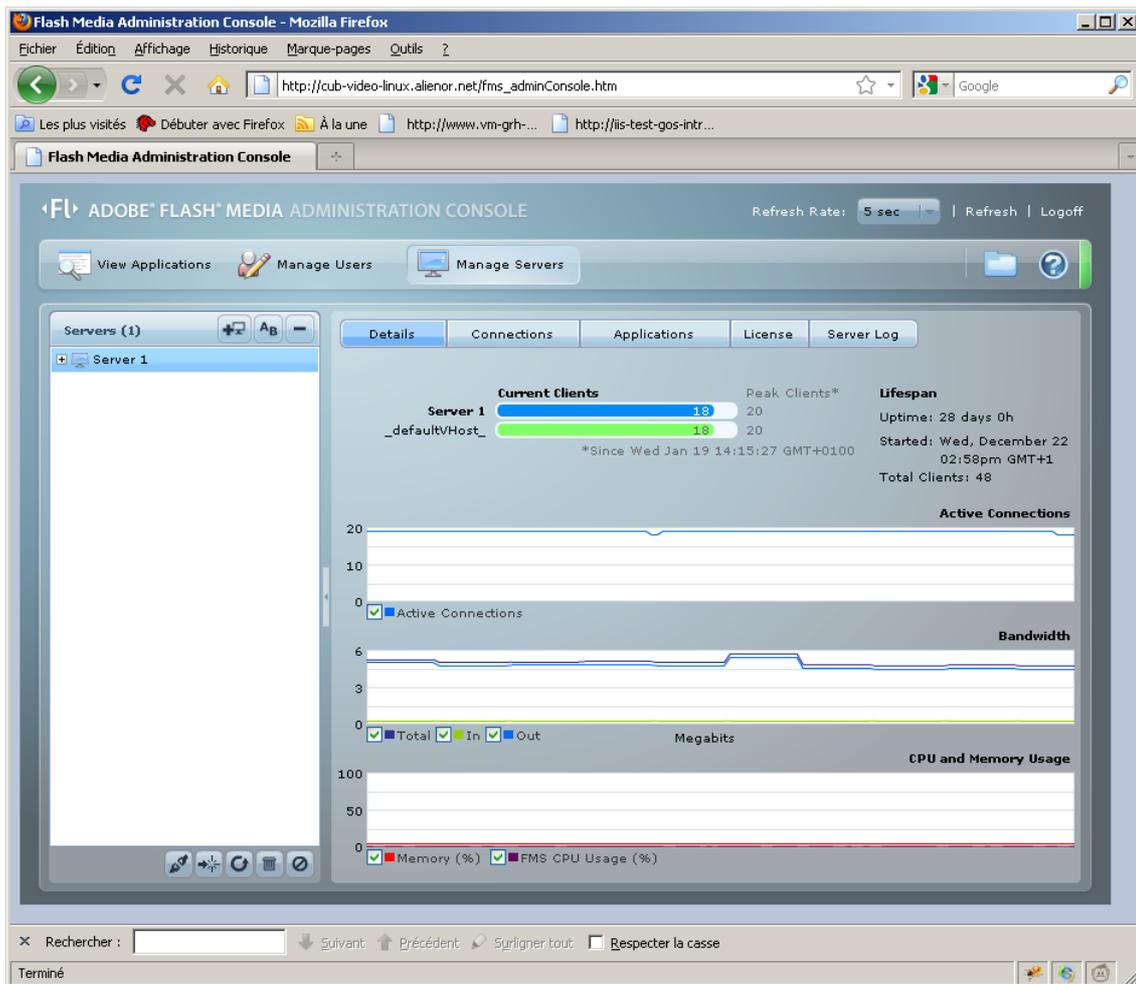


Illustration 32: Fenêtre de la console d'administration de FMS sur le nouveau serveur sous linux, accessible depuis un simple navigateur (avec le plugin Flash d'installé, bien sur).

#### II.2.1.4 Red5 : une alternative libre au serveur FMS

Red5 est un serveur de streaming open-source utilisant la technologie Adobe Flash. Il est gratuit, écrit en java et offre les mêmes possibilités que FMS : Il permet de diffuser des vidéos en streaming, faire de la vidéo-conférence...

Il nécessite l'installation préalable du kit de développement java et supporte les environnements Windows, Linux et OSX. Il fait parti des projets open-source Flash OSflash<sup>40</sup> et est soutenu par google<sup>41</sup>.

En test actuellement à la CUB sur une machine Windows, son utilité aujourd'hui est de comparer les performances de charge par rapport à la solution déployée. Ne disposant pas de support spécifique pour FMS, la communauté active autour de projet Red5 est un atout majeur de son développement et peut-être de son industrialisation à la CUB.

## **II.2.2 Indexation des vidéos du conseil de Communauté**

Un des critères importants dans le choix d'une solution de VD/IP était de proposer un système permettant de visionner les vidéos du conseil en différé avec la possibilité d'accéder directement à une délibération.

Bien que cette fonctionnalité se trouvait sur de nombreux sites institutionnels utilisant la solution WMS, elle semblait moins répandue sur les sites ayant choisi FMS.

Dans tous les cas un développement spécifique en « action script » et « flex »<sup>42</sup> devait être nécessaire. Les compétences sur ces produits n'existant pas au sein de la DSI, une solution alternative sur l'indexation des vidéos enregistrées au format FLV a été trouvée, puis, la veille sur l'évolution de la norme HTML5 nous a poussé à expérimenter l'encodage en d'autres formats vidéos pour leur support dans les balises vidéos de ce nouveau standard<sup>43</sup>.

La jeunesse de la norme HTML5 et les limites du format FLV ont eu raison des ces expérimentations et c'est finalement un retour au protocole RTMP et au serveur FMS associés à un autre lecteur Flash qui répondent aujourd'hui au besoin initial.

### **II.2.2.1 Premier essais de « pseudo-streaming » et expérimentation du HTML5**

Bien avant la sortie de « smooth-streaming » de Microsoft et sans recourir à un serveur de streaming spécifique, de nombreux développeurs ont cherché des solutions de

<sup>40</sup> Cf <http://osflash.org/projects>

<sup>41</sup><http://code.google.com/p/red5/>

<sup>42</sup> Action script et flex sont deux produits de Adobe Systems. Cf : <http://www.adobe.com/fr/devnet/actionscript/> et <http://www.adobe.com/fr/products/flex/>

<sup>43</sup>Cf <http://fr.wikipedia.org/wiki/HTML5> et <http://www.xul.fr/html5/video.php> pour de plus amples explications sur l'utilisation des balises vidéos.

streaming vidéo, en adaptant l'utilisation des serveurs web classiques et leurs modules tout en évitant les défauts du « progressive download »: Ils inventaient le « pseudo-streaming » appelé aussi « http-streaming » ou encore « php-streaming ».

D'autres équipes travaillent depuis des années à l'évolution de la norme HTML. Le W3C<sup>44</sup> publie régulièrement des « drafts » des évolutions avant (peut-être) une sortie stable du standard HTML5 en 2014<sup>45</sup>. L'ajout de balise vidéo permet le support natif de vidéo sans plugin additionnel. Ces performances prometteuses suscitent également, l'enthousiasme.

- ***Le « php-streaming » de Phil'Flash su l'intranet avec un serveur IIS***

Philippe Kirsch (dit « Phil'Flash »), fondateur d'une société<sup>46</sup> de conception et de développement d'applications Internet de type RIA (Rich Internet Applications) proposait sur son blog<sup>47</sup> en 2006 une solution de streaming php utilisant le composant FLVPlayback<sup>48</sup>

Des problèmes de comportements du lecteur Flash le conduisait à changer de lecteur pour celui développé sous licence Creative Commons<sup>49</sup> par Jeroen Wijering : JW FLV Player. Phil'Flash revoit sa copie et sort en 2008 une version finale qui propose plus de fonctions:

- affichage de la première image de la vidéo au démarrage si on est en mode pause.
- possibilité de se positionner à n'importe quel endroit dans la vidéo avec affichage de l'image (mode pause)
- utilisation de la playlist pour effectuer un menu de la vidéo.

C'est en particulier cette dernière fonction que l'on recherchait avec la possibilité de personnaliser le lecteur et de proposer un mode plein écran de qualité.

L'installation en juillet 2010 du module PHP pour IIS sur un serveur virtualisé windows 2008R2 permettait de réaliser les premières vidéos indexées disponibles sur l'intranet.

---

<sup>44</sup>Cf <http://www.w3.org/>

<sup>45</sup>Cf « Le W3C confirme qu'HTML5 sera disponible en mai 2011 pour appel à commentaires » sur <http://www.w3.org/2011/02/htmlwg-pr.html>

<sup>46</sup>Cf <http://www.inway.fr/ria/index.html>

<sup>47</sup><http://philflash.inway.fr/phpstream/index.html>

<sup>48</sup>Les fonctionnalités du composant sont présentées sur le site de l'éditeur. Cf : [http://help.adobe.com/fr\\_FR/AS3LCR/Flash\\_10.0/fl/video/FLVPlayback.html](http://help.adobe.com/fr_FR/AS3LCR/Flash_10.0/fl/video/FLVPlayback.html)

<sup>49</sup>Cf <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>

Il a été nécessaire d'encoder les vidéos avec le codec VP6 de One2 afin de supporter le conteneur FLV (requis par la solution PhilFlash). De plus, pour chaque vidéo, il a fallu injecter les metadata avec l'outil « FLV MetaData Injector »<sup>50</sup>.

Les vidéos restent d'une qualité bien supérieure aux premières (en H263) tout en conservant une compatibilité avec les version 8 et 9 des lecteurs flash.

**Petit encart sur le VP6**

Le codec VP6 de la société ONE2 a marqué son territoire au milieu des années 2000. Choisi d'abord par Macromedia pour Flash 8, puis par Skype pour supporter la visioconférence, c'est resté très longtemps le codec majoritaire des sites de vidéo en l'associant au codec audio mp3 au sein du conteneur FLV.

La sortie d'une nouvelle version du lecteur Flash apporte souvent le support de nouveaux codecs. La connaissance de la version du lecteur installé sur les postes clients permet de savoir s'il pourront ou non visualiser les vidéos en fonction du codec choisi pour l'encodage. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques (dont les codecs) pour les lecteurs flash existants compatibles avec FMS.

<b>Caractéristiques/versions de flash</b>	6	7	8	9	9.0.115.0	10
Codec vidéo Sorenson (H.263) :lecture et acquisition	X	X	X	X	X	X
Codec vidéo On2 VP6 :lecture uniquement			X	X	X	X
Codecs vidéo H.264 et audio HE-AAC (High Efficiency AAC) : lecture uniquement					X	X
RTMPE/RTMPTE					X	X
Vérification des fichiers SWF					X	X
Accélération matérielle en mode GPU					X	X
Prise en charge de la technologie multicoeur					X	X
Mise en mémoire tampon dynamique					X	X
Diffusion dynamique en continu						X
Métadonnées XMP						X
RTMFP						X
Codec audio Speex						X

Compatibilité des différentes versions d'Adobe Flash Player avec Flash Media Server<sup>51</sup>

<sup>50</sup>L'outil disponible sur le site de son inventeur (Cf <http://www.buraks.com/flvmdi/>) permet d'ajouter des metadata tout au long du fichier qui seront ensuite interprétées par le script php pour se positionner à n'importe quel point de la vidéo.

<sup>51</sup>Tableau tirée de [http://www.adobe.com/fr/products/flashmediaserver/pdfs/95011936\\_fms\\_wp\\_f.pdf](http://www.adobe.com/fr/products/flashmediaserver/pdfs/95011936_fms_wp_f.pdf)

- **« php-streaming » et expérimentation HTML5 sur Internet avec Apache.**

Le serveur linux installé depuis peu chez l'hébergeur pour valider la solution FMS et supporter les VOD des conseils passés a été utilisé pour l'expérimentation php-streaming et HTML5. L'installation du service apache et de son module php a permis d'utiliser en même temps le support des balises vidéo propres au HTML5 et la solution « Fil'Flash » tout en conservant le fonctionnement du serveur FMS.

La configuration du serveur apache a dû être modifiée pour « cohabiter » avec FMS.

La création de dossiers contenant pour chaque conseils, toutes les vidéos et fichiers associés, a simplifié la gestion « complexe » de cette double indexation.

Une procédure<sup>52</sup> a été écrite ainsi qu'un logiciel générant les fichiers XML nécessaires, afin de permettre au service de la communication externe de mettre en ligne les vidéos indexées.

- **Arrêt des expérimentations**

Après deux mois de tests concluants, lors la première diffusion du direct avec le serveur FMS sous linux, des saccades dans la diffusions du flux ont remis en cause sa stabilité. Après analyse, il s'est avéré que le problème venait d'une mauvaise configuration du proxy de l'hébergeur : Il n'assurait la diffusion sur le port natif RTMP (1935) que vers la CUB. Toutes les connexions depuis des postes extérieurs, sur internet, étaient donc encapsulées dans HTTP pour passer sur le port 80 (cf synoptique en II.2.1.2). Cela incriminait malgré tout la solution « php-streaming » car le serveur apache spécifique à FMS n'était plus utilisé.

En outre l'utilisation du codec H264-AAC pour l'encodage des fichiers MP4<sup>53</sup> a posé problème. Malgré l'interprétation correcte de ce format par les balises vidéos du standard HTML5, le démarrage de la lecture avant le chargement complet de la vidéo était impossible. L'encodage avec Adobe Media Encoder CS4 -comme avec de nombreux autres encodeurs- place l'entête « moov-atom » des metadata générées en fin de fichier, empêchant le démarrage rapide. « QTIndexSwapper 2<sup>54</sup> » développé en Flex et

---

<sup>52</sup>L'annexe 6 présente les principaux extraits de la « Procédure de publication d'un flux vidéo pour Internet »

<sup>53</sup>MP4 et F4V sont deux des principaux conteneurs utilisés pour le codec H264.

<sup>54</sup>Cf <http://renaun.com/blog/2010/06/qtindexswapper-2/>

moovrelocator<sup>55</sup> soutenu par google permettent tous deux de déplacer cet élément au début du fichier MP4. La procédure de publication sur Internet déjà un peu longue devenait alors complexe.

D'autre part la gestion du cache pour les vidéo à la demande n'étant pas contrôlé au niveau du serveur apache (« php-streaming » et HTML5), il est difficile de garantir un débit maximum pour les clients se connectant au flux RTMP lors des directs.

De plus les limites de PhilFlash (conteneur FLV et lecteur JW player en version 3.16) rendent difficile l'évolution de la solution.

Bien que reposant sur une technologie simple, l'utilisation du « php-streaming » et du HTML5 complique la mise à disposition de vidéos à la demande indexées. En utilisant un lecteur Flash « moderne » et adapté et en recourant aux fonctionnalités de VOD du serveur FMS, plus de 90%<sup>56</sup> des internautes peuvent profiter des vidéos indexées, dans une qualité optimale, avec un minimum de travail de mise en ligne.

### II.2.2.2 Indexation des vidéo et streaming FMS

Après la mise en œuvre de la solution « php-streaming » avec le lecteur JW player, des recherches sur les évolutions de ce lecteur ont montré non seulement que la version 5.3 prenait en charge le protocole RTMP<sup>57</sup> (et supportait donc un serveur FMS), mais qu'elle permettait également la personnalisation du lecteur et la création de menus<sup>58</sup> (via des fichiers XML) pour parcourir une vidéo.

Le support efficace du flux RTMP durant le direct donnait une raison de plus pour ne conserver que ce lecteur (au dépend du lecteur Flowplayer encore utilisé).

La similitude entre les fichiers XML nécessaires et ceux déjà générés raccourcit le temps de traitement pour la mise en ligne des « anciennes » vidéos indexées. Pour les nouvelles, on se passe désormais du programme « genre\_XML » (pour lequel aucun support n'existe), n'ayant plus besoin que d'un seul fichier.

Enfin le recours au seul service FMS simplifie l'administration du serveur.

---

<sup>55</sup>Cf <https://code.google.com/p/moovrelocator/>

<sup>56</sup>Adobe Systems annonce un taux de pénétration de 99% de son lecteur sur les postes connectés à Internet.

<sup>57</sup>Cf <http://www.longtailvideo.com/support/jw-player/jw-player-for-flash-v5/12535/video-delivery-rtmp-streaming>

<sup>58</sup>Cf <http://www.longtailvideo.com/support/jw-player/jw-player-for-flash-v5/10629/using-jw-player-plugins>

Ce choix garanti le fonctionnement optimal du serveur FMS et une quantité maximale de connexions simultanées durant le direct.

Se limiter à la seule transmission RTMP s'explique également par l'impossibilité de mettre en place un qualité de service sur Internet, contrairement au réseau intranet.

## **II.3 Vers une qualité de service indispensable**

Bien plus que sur des supports textes ou images fixes, la qualité de service est cruciale pour l'accès à une vidéo en streaming. Là où une qualité faible de réseau impacte peu la lecture d'un document texte ou le chargement d' une image fixe (en quelques secondes voir millisecondes), la vidéo, peut elle, rencontrer des ralentissements, des coupures, ou tout simplement, une impossibilité d'être diffusée.

Sans s'arrêter aux règles définies par la QoS (Quality of service), la sécurisation des accès aux réseaux, les dispositifs de surveillance des matériels réseaux et vidéos, la configuration spécifique du serveur de vidéo-diffusion et l'adaptation du lecteur multimédia sont autant d'éléments favorisant une qualité de service au sens large qu'il est important de comprendre et d'optimiser.

### **II.3.1 La sécurisation des accès et la QoS à la CUB**

La nouvelle infrastructure réseau de la CUB a mutualisé une grande partie des moyens de communication via le réseau IP : La téléphonie (appels, annuaires, boîte vocales, standard, centres d'appels, robot d'appel,...), l'informatique coté postes clients et serveurs (messagerie unifiée, convergence informatique/téléphonie via le click2call , ...),, la vidéo-diffusion, la vidéo-surveillance, la télévision, et enfin les équipements divers comme les badgeuses, les imprimantes, les interphones, les fax's, les onduleurs...).

L'ensemble de ces services nécessitent des besoins différents en termes de débit, de latence et de gigue. Il est donc nécessaire d'appliquer une politique de qualité de service afin d'assurer un fonctionnement adapté aux besoins des applications.

En outre, les interconnexions entre le cœur de réseau situé à l'hôtel de CUB et les sites distants n'ont pas tous les mêmes débits : 2Mb/s (liens opérateur IP/MPLS) ou 1Gb/s (liaisons optiques INOLIA).

En préalable à la mise en œuvre de la QoS, le recours à une politique stricte pour identifier les populations d'utilisateurs grâce au protocole 802.1X a été déterminant : Ce protocole permet en effet de sécuriser l'accès aux différentes ressources en fonction de l'identité reconnu par l'ACS (Access Control Server). Le tableau ci-dessous montre quels types d'authentifications sont utilisés en fonction des services demandés.

Service	Numéro de VLAN	Mode d'authentification
DATA	2	Compte utilisateur et mot de passe contenus dans l'annuaire LDAP de la CUB
Téléphonie	5	Adresse MAC
Périphérique	3	Adresse MAC (ou compte contenus dans l'annuaire LDAP de la CUB)
Vidéo	4	Adresse MAC
Elu	6	Compte utilisateur et mot de passe contenus dans l'annuaire LDAP du portail « Ucopia ».
Invité	11	Sans

Tableau 6 : Mode d'authentification pour l'accès aux services

En associant les services a des VLAN séparés, la QoS peu alors être définie en rapport à ces VLAN.

La gestion de la qualité de service est appliquée aux niveaux 2 et 3 du modèle OSI. Le marquage au niveau 2 est défini par la norme 802.1p qui prévoit 3 bits afin de définir 8 niveaux de priorités différents. Plus cette valeur est élevée plus la priorité est importante. Au niveau 3, la RFC 2474<sup>59</sup> définit dans l'entête un octet destiné à la gestion de la priorité, les 6 premiers bits servent à définir le niveau de priorité et les 2 derniers servent à gérer la trame en cas de congestion.

Pour l'instant, le réseau de la CUB possède une politique de QOS garantissant uniquement les flux voix. Le tableau ci-dessous indique les marquages des différentes trames :

<sup>59</sup>RFC disponible sur <http://tools.ietf.org/html/rfc2474>

Type de données	Marquage		
	Niveau 3		Niveau 2
Flux Voix	EF	46	5
Signalisation pour la voix	CS3	24	3
Flux vidéo-diffusion	AF11	10	1

Tableau 7 : Valeurs des champs DSCP & TCI

Le marquage AF11 pour la vidéo-diffusion correspond à un faible niveau de priorité.

Cette politique des priorisation absolue des flux voix s’applique sur l’intégralité du réseau de la CUB. De plus, les champs DSCP (Differentiated Services Code Point) sont transmis à l’opérateur IP/MPLS afin que celui-ci applique aussi la même politique de qualité de service lors du transport par les lignes loués.

Afin de garantir un taux de disponibilité téléphonique proche de 100% et en l’absence d’une double interconnexion réseau des sites distants, des liens de téléphonies analogiques ont été installés en secours sur chacun des routeurs de ces sites.

La QoS est finalement relativement peu exploitée car les débits offerts par les nouvelles interconnexions n’imposent pas un contrôle plus strict de l’utilisation de la bande passante. Néanmoins il s'agit d'un mécanisme de sécurité permettant d'éviter des dysfonctionnements applicatifs, en particulier sur les quelques liens faibles débit (IP/MPLS). D'autre part, le responsable de la QoS, (également responsable de la sécurité informatique et des systèmes d’informations de la CUB) juge prioritaire la mise en place d’une politique de sécurité renforcée en expliquant que : « Les risques de dégradation de service liés à une intrusion malveillante sont plus importants que ceux liés à une congestion du réseau. »

Il faut donc compter davantage sur les caractéristiques propres au serveur de vidéo-diffusion, aux protocoles dédiés et aux lecteurs utilisés pour assurer une qualité de la vidéo optimale.

### II.3.2 surveillance du matériel et de ses défaillances

Des défaillances de matériels sont survenues durant les séances du conseil sans préjudice pour la diffusion en direct du conseil. Afin de prévenir toutes accentuation de ces

phénomènes, une surveillance des codeurs/décodeurs MAVIX a été mise en place avec CACTI<sup>60</sup>, pour être alerté de leurs redémarrages.

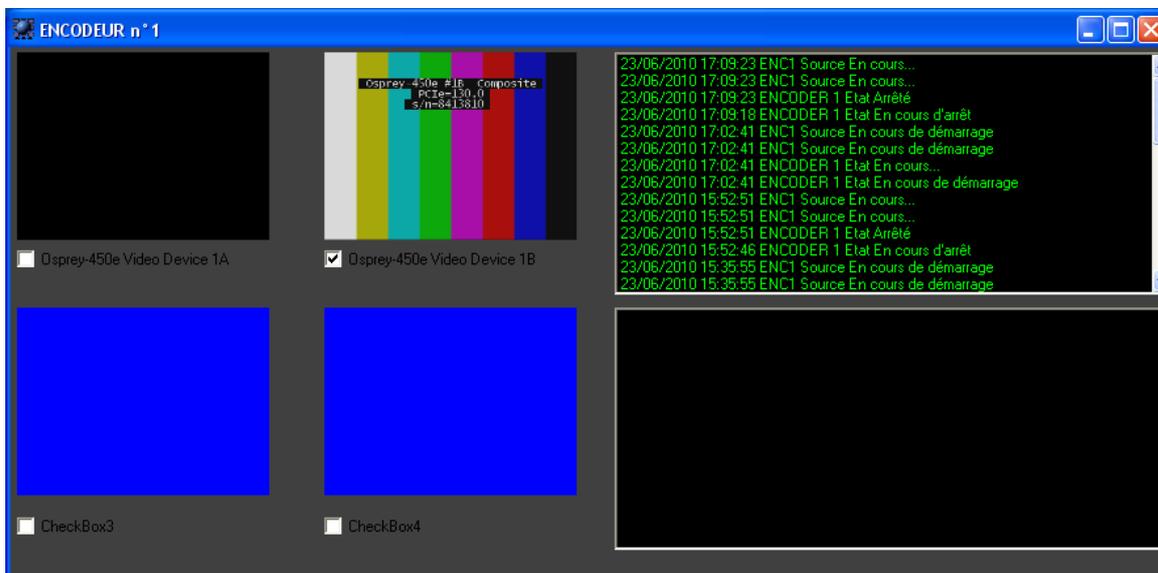


Illustration 33: fenêtre de l'application windows media encodeur lors de l'arrêt d'un codeur Mavix (branché sur la deuxième entrée de la carte Osprey du serveur "encodeur-intra").

Allumés en permanences, la moindre panne de transmission apparaît aussitôt sur CACTI et les matériels peuvent alors être facilement intervertis (en utilisant les codeurs/décodeurs de rechange en place).

### II.3.3 Un serveur de diffusion qui gère les congestions réseaux

Le fonctionnement du serveur WMS de Microsoft propose déjà dans ses premières versions une gestion automatique des débits en fonction des caractéristiques des réseaux.

L'utilisation du Multiple Bit Rate à la CUB présenté au point II.1.1.3, offre dans un conteneur, trois flux, pour s'adapter à la qualité des types de liaison des réseaux. C'est une forme d'adaptation à la qualité de service du réseau incontestable.

En outre, même lorsque le MBR n'est pas utilisé, le serveur sait gérer la situation : Sur les sites communautaires reliés à l'Hôtel par une liaison IP/MPLS, la diffusion du direct

<sup>60</sup>Cf annexe 7 : La surveillance des infrastructures avec CACTI

en multicast du flux à 4160Kbits/s est impossible (cette liaison étant limitée à 2 Mb/s). Le serveur ne diffuse alors que le son. L'illustration ci-dessous le montre très bien.

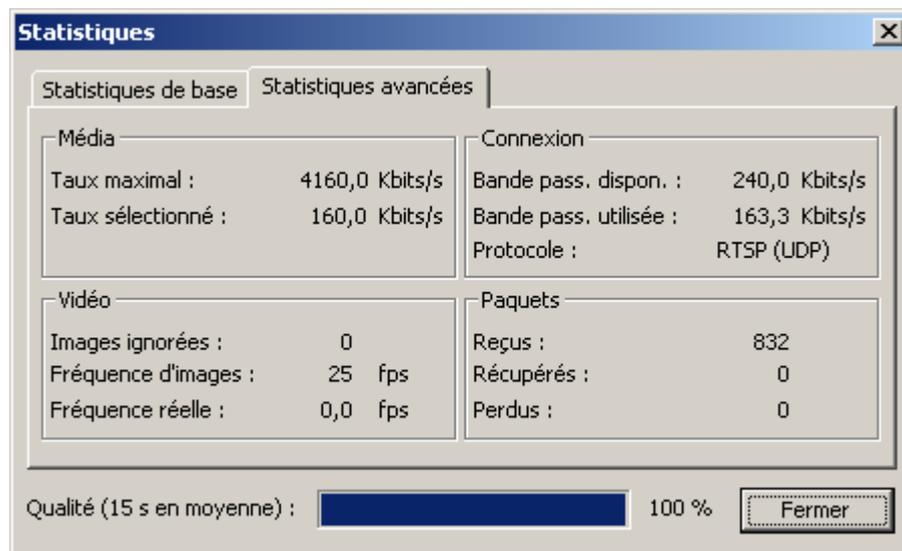


Illustration 34: Statistiques affichées par le plugin de WMP dans le mode de diffusion "dégradé" du direct sur l'intranet des sites communautaires utilisant des liaisons IP/MPLS : Seul le son « passe ».

Peut-on dire dans ce cas de figure que l'absence de flux vidéo procède de la « qualité de service »? Cela peut être difficile à entendre (et surtout à voir) pour les agents de ces « petits » sites.

C'est pourquoi depuis janvier 2011, le débit d'encodage (et de diffusion) du direct est descendu à 1500Kb/s, permettant ainsi à tous les agents, où qu'ils soient, de suivre le conseil en image (en plus du son).

Paradoxalement cette diminution du débit pour la diffusion du direct en multicast peut davantage poser problème sur les liaisons IP/MPLS puisque la vidéo occupe un débit de 1500Kb/s sur ces réseaux au lieu de 160Kb/s précédemment.

Une qualité de service optimale, un serveur configuré dans l'état de l'art et un réseau très haut débit ne sont malheureusement pas la garantie d'une lecture effective des vidéos. La compatibilité entre les vidéos sur le serveur et le lecteur sur le poste client doit être efficace.

## **II.4 Prospectives locales et mondiales**

On a vu dans la première partie que la solution mise en œuvre pour la VD/IP sur l'intranet communautaire découlait des choix technologiques propriétaires de Microsoft qui sont déployés à la CUB. Ces choix répondent-ils à tous les besoins ?

L'ensemble des éléments liés aux services de VD/IP pour l'intranet sont ici rappelés et confrontés à des solutions alternatives.

L'accès aux vidéos en direct et en différé sur Internet pose de plus nombreux problèmes liés notamment à la compatibilité des matériels et logiciels utilisés pour lire ces flux. Le respect de recommandations et de formats ouverts devrait favoriser l'accessibilité.

Cependant un standard « de fait » comme flash, semble difficile à bannir si l'on souhaite offrir la vidéo au plus grand nombre. Le deuxième point nous éclaire sur ce problème.

Enfin un rappel de fonctionnalités possibles (et souhaitables?) à mettre en œuvre nous offre des perspectives innovantes en matière de VD/IP.

### **II.4.1 Une solution Intranet « incontestable » ?**

Microsoft est un éditeur privilégié à la CUB depuis de très nombreuses années. Ses solutions logicielles sont déployées sur presque tous les postes de travail et la majorité des serveurs tournent sous Windows. Cet état de fait n'est plus aussi clairement défini aujourd'hui. Des études engagées à la CUB sur l'utilisation des logiciels libres ont récemment abouti à la cohabitation de la suite OpenOffice avec la suite Office de Microsoft (avant son remplacement complet). En ira-t-il de même pour le reste... et la vidéo-diffusion?

#### **II.4.1.1 L'hégémonie des produits Microsoft**

La prédominance des produit Microsoft tient notamment à l'offre de support et de formation que l'on peu trouver mais aussi aux mode de « packaging » que cette société propose pour chaque nouveau service.

Pour la vidéo-diffusion, voici les produits que l'on trouve à la CUB :

- Des systèmes d'exploitation windows (XP, seven, serveur...).
- Un navigateur internet : IE8.
- Un lecteur multimédia et son plugin : WMP9.
- Une source de mises à jour : SCCM2007.
- Un protocole de diffusion : MMS (et RTSP, pas exclusivement Microsoft).
- Un format conteneur : WMV.
- Un logiciel d'encodage : Windows Media Encodeur (et Expression Encodeur).
- Un logiciel de montage : Windows Movie Maker.
- Un couple de codecs : VC-1 pour la vidéo ; WMA pour l'audio.
- Un serveur de diffusion : Windows Media Services (et aussi smooth-streaming, en module IIS7).

Ces systèmes, logiciels, codecs, conteneurs, services et serveurs sont conçus pour fonctionner ensemble. En maintenant un environnement homogène, on facilite la communication entre les services et les applications mais on ne peut parler d'interopérabilité.

Les efforts réalisés par la DSI pour favoriser l'utilisation de logiciels libres concernent peu la vidéo-diffusion. Il faut tout de même noter l'installation sur les postes clients du lecteur VLC<sup>61</sup>.

#### **II.4.1.2 Des navigateurs « étrangers » et des systèmes d'exploitation alternatifs ignorés**

En Europe, les navigateurs Firefox, Chrome, Safari et Opéra, occupent une place majoritaire sur les PC domestiques et les téléphones mobiles. Bien que peu répandus à la CUB, les systèmes d'exploitation OSX, Linux, IOS et android sont utilisés quotidiennement par des agents (ainsi que des VIP).

Depuis la sécurisation des réseaux avec le déploiement de la norme 802.1X qui interdit les connexions « sauvages » des périphériques non autorisés, les demandes d'accès

---

<sup>61</sup>Cf <http://www.videolan.org/vlc/>

au système d'information de la CUB avec ces systèmes non conformes aux standards internes affluent et nécessitent une prise en compte de leurs spécificités.

Les éditeurs de contenus et webmasters ne sont pas (encore) informés sur les modifications à entreprendre pour rendre les contenus disponibles sur ces navigateurs et ces « nouveaux » matériels.

Néanmoins des règles « d'écriture » simple permettent d'intégrer les contenus vidéos aux pages de l'intranet sans disqualifier les navigateurs alternatifs.

Par exemple, lors de la création d'un point de publication avec WMS, l'annonce de contenu générée peut être modifiée pour permettre au plugin WMP d'être utilisé depuis un navigateur différent d'Internet Explorer. Cf exemple ci-dessous :

```
<object style="WIDTH: 556px; HEIGHT: 378px; TOP: 6px; LEFT: 6px"
id="WMP" classid="clsid:6BF52A52-394A-11D3-B153-00C04F79FAA6"
width="556" height="378"><param name="Name"
value="WMP1" /><param name="URL" value="mms://videodiff/LIVE_S1_INTRANET" /></object>
```

Texte 2: code de l'objet généré par WMS pour l'annonce de contenu du point de publication du flux en direct.

```
<OBJECT id=WMP width=556 height=378 classid=clsid:6BF52A52-394A-11D3-B153-00C04F79FAA6>
<PARAM NAME="URL" VALUE="mms://videodiff/LIVE_S1_INTRANET">
<PARAM NAME="autoStart" VALUE="1">
<PARAM NAME="volume" VALUE="50">
<PARAM NAME="uiMode" VALUE="full">
<PARAM NAME="enabled" VALUE="1">
<PARAM NAME="ShowStatusBar" VALUE="true">
<EMBED src="mms://videodiff/LIVE_S1_INTRANET" align="center" border="0" width="556"
height="378" type="application/x-mplayer2"
pluginspage="http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/download/default.asp"
name="MediaPlayer" showcontrols="1" showstatusbar="1" />
</OBJECT>
```

Texte 3: Code modifié pour l'affichage du plugin WMP dans un navigateur Firefox.

Malgré les choix (quasi) systématiques des produits Microsoft pour répondre aux besoins de services de la CUB dans des soucis d'uniformisation et d'économie d'échelle, des efforts sont entrepris pour intégrer d'autres solutions avec lesquelles il convient de cohabiter.

#### II.4.1.3 L'avenir de la VD/IP sur l'intranet

À travers la présentation du serveur WMS et des infrastructures installées, on a vu les difficultés rencontrées et certaines limites aux dispositifs de VD/IP. Il est nécessaire de trouver des solutions pour les besoins non satisfaits, proposer des fonctionnalités disponibles et pas encore implémentées ou de nouveaux matériels ou bien... changer de solution.

- ***Des besoins exprimés (ou pas encore)***

- Permettre la retransmission sur écran géant d'un direct de la salle du conseil dans une autre salle : Cette demande correspond à un besoin de pouvoir accueillir plus de personnes à une « réunion publique » que ne peut en contenir la salle du conseil. La création d'un point de publication de diffusion en direct en qualité optimale et en unicast est une solution réalisable rapidement.

- Réaliser la diffusion en direct de réunions publiques extérieures à la salle du Conseil : En restant sur le réseau de la CUB, il est possible d'utiliser une solution de type « round table<sup>62</sup> » ou un autre dispositif numérique mobile qui envoie le flux au serveur d'encodage directement sur IP permettant la transmission directe sur internet via le site institutionnel.

- Limiter l'accès à la diffusion en direct ou en vidéo à la demande d'un événement « confidentiel ». Il s'agit d'activer un plugin d'authentification.



Illustration 35: Round Table de Microsoft

---

<sup>62</sup>Deux caméras de ce type sont disponibles. Elles s'orientent automatiquement vers la personne qui prend la parole, et s'intègrent aisément dans toutes les salles de de réunion.

-Multiplier les débits d'encodage lors de la diffusion des directs. Des essais d'encodage avec Expression Encodeur devraient résoudre les problèmes rencontrés.

- Lors de l'utilisation de vidéo-projecteurs en salle du conseil pour illustrer une présentation, une des caméra filme un des écrans dans la salle. Un « switch » vidéo en régie permettrait d'améliorer considérablement la qualité de l'image diffusée en envoyant aux encodeurs le flux provenant directement de la source dupliquée plutôt que le flux de la caméra filmant l'écran.

- ***Évolution des postes clients et des serveurs***

Une étude sur l'évolution des postes clients débutée l'an dernier intègre des tests des logiciels utilisés à la CUB. La VD/IP doit être également étudiée pour vérifier son « adaptabilité » à des postes clients différents.

On a vu qu'il existait un plugin WMP pour firefox permettant de lire un flux « MMS » provenant d'un serveur WMS.

Le remplacement du serveur WMS par le serveur IIS avec le module « smooth-streaming » est envisageable dans la mesure où le recours au lecteur Silverlight n'est plus indispensable depuis le développement de « moonlight<sup>63</sup> », son pendant logiciel libre<sup>64</sup>.

Le lecteur VLC lit parfaitement les flux MMS et RTSP. Il s'installe aisément sur toutes les plateformes. Outre sa fonction de lecteur vidéo « incontournable », il dispose d'un module serveur autorisant une diffusion multicast sur un réseau d'entreprise<sup>65</sup>. Loin d'être anecdotique le développement permanent de la solution en fait un serveur de VD/IP crédible.

Les prochaines années seront, à n'en pas douter, riches d'innovations pour la VD/IP de l'intranet communautaire.

---

<sup>63</sup>Cf <http://www.mono-project.com/Moonlight>

<sup>64</sup> Sous réserve d'une offre de support.

<sup>65</sup>Cf [http://wiki.videolan.org/Documentation:Streaming\\_HowTo](http://wiki.videolan.org/Documentation:Streaming_HowTo)

## **II.4.2 Des recommandations pour l'accès au plus grand nombre**

Sur Internet, la diversité des formats de fichiers vidéo, des codecs utilisés, des programmes de lecture de ces fichiers est telle qu'il est impossible de proposer une solution de VD/IP commune pour tous les matériels susceptibles de lire ces flux vidéos. Les choix s'imposent donc en fonction de plusieurs critères :

- La configuration des dispositifs cibles (lorsqu'elle est connue) : Ordinateur, téléphone (« smartphone ») ou tablet-PC ; avec quel système d'exploitation et quelle version ? Windows, OSX, linux, Ios, Android... Les choix pris pour l'intranet communautaire couvrent 95% des postes utilisés ; ce chiffre serait déraisonnablement plus bas si cette solution avait été déployée sur Internet. Autre exemple : Un diffuseur qui utiliserait une solution FMS pour communiquer aux possesseurs d'iPhone rencontrerait un échec complet, ces téléphones ne supportant pas les lecteurs flash.
- La qualité des vidéos réalisées et la qualité en diffusion restituée: Une diffusion de long métrages HD ou de spots publicitaires pour smartphone ne nécessiteront pas le même traitement et la même bande passante.
- Le nombre de connexions envisagées : le serveur FMS de la CUB hébergé sur Internet chez Aliénor n'a pas eu de difficulté à répondre aux dizaines de connexions pendant le conseil du 29 mars 2011. Il n'aurait pu « absorber » ce même jour les 400 millions d'internautes suivant le mariage royal.

D'autres critères comme le choix de l'hébergeur, le budget alloué mais aussi le respect d'un référentiel d'accessibilité ou d'une politique (logicielle libre) ont aussi leur importance.

### **II.4.2.1 Format ouverts, brevets et standard de faits dans le secteur public**

« le secteur public ne peut adopter un format fermé pour ses échanges avec les administrés ou les usagers sans imposer l'utilisation d'un logiciel particulier, ce qui revient à donner à son éditeur une position dominante sur le marché, qui pourrait alors en abuser, et rendrait ce secteur dépendant de cet éditeur pour l'accès à ses propres données et outils »<sup>66</sup>

---

<sup>66</sup> Extrait du site Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Format\\_ouvert#Formats\\_ouverts\\_et\\_secteur\\_public](http://fr.wikipedia.org/wiki/Format_ouvert#Formats_ouverts_et_secteur_public)

D'autre part, comme on l'a vu au point I.2.5.2, la conservation des sources est une question non tranchée à la CUB où aucune recommandation n'a été donnée sur les choix de formats, et en particulier de codec pour l'archivage des vidéos.

Enfin l'utilisation de produits et services reposant sur des technologies brevetées pose également problème même si les spécifications ont parfois été publiées afin de permettre l'inter-opérabilité de ces normes et formats. Par exemple c'est l'organisation privée MPEG-LA qui gère les licences pour l'utilisation de la norme H.264/AVC, la même utilisée pour la diffusions sur Internet.

Lorsque ces informations sont comprises, le choix peut alors être fait d'une solution payante et « chère » d'un éditeur utilisant un protocole propriétaire et un lecteur aux formats fermés : La solution de VD/IP d'Adobe Systems, FMS associé au lecteur Flash a donc été choisi en toute connaissance de cause. Le lecteur Flash est le lecteur le plus présent sur les ordinateurs du monde entier et donc très vraisemblablement des administrés de la CUB souhaitant suivre le conseil de communauté en direct.

Aussi, malgré une opposition farouche de certains défenseurs du logiciel libre, le choix de cette solution est légitime. À charge de la CUB de se doter d'un dispositif pour conserver ses vidéos dans un autre format, ouvert et lisible sur la durée légale de conservation .

#### **II.4.2.2 Le référentiel d'accessibilité des services de communication publique en ligne**

C'est Le 16 mai 2009 qu'a été publié dans le Journal Officiel le décret d'application de l'article 47 de la loi du 11 février 2005<sup>67</sup>. Ce décret porte sur « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées en créant un référentiel d'accessibilité des services de communication publique en ligne. »

Sur le site relatif à la modernisation de l'état<sup>68</sup>, on trouve donc le Référentiel Général d'Accessibilité pour les Administrations (RGAA).

Le décret impose une mise en œuvre de l'accessibilité dans un délais de trois ans pour les services de communication publique en ligne des collectivités territoriales.

---

<sup>67</sup>Cf :

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000020626623&dateTexte=20091028>

<sup>68</sup><http://www.referencess.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite>

La CUB ne fait pas exception à la règle et doit se conformer aux préconisations définies dans le RGAA.

Cependant, les recommandations sont parfois un peu vagues. Deux exemples :

1. « Une partie importante des critères d'accessibilité a pour objectif la prise en compte et l'indexation des contenus par des machines et les moteurs de recherche »  
Le contenu d'une vidéo est difficilement indexable par un robot. Ce seront plutôt les éléments accompagnant la vidéo qui pourront être analysés et fournir aux moteurs des informations pertinentes.

Le RGGA recommande pour l'adaptation des contenus « le sous-titrage d'un film pour une personne déficiente auditive ». Dans la mesure où un PV analytique textuel est également disponible en plus d'un ordre du jour détaillé, les internautes bénéficient des éléments leur permettant de saisir l'ensemble des débats.

#### **II.4.2.3 L'avenir de la VD/IP sur Internet**

Le choix d'un serveur FMS pour la diffusion sur Internet pourrait sembler contestable au regard des solutions alternatives disponibles et des recommandations. L'expérimentation vue au II.2.2.1 prouve que l'engagement vers des formats ouverts a démarré mais reste difficile à mettre en œuvre.

C'est pourquoi, en attendant une maturité des nouveaux standards intégrant de nouveaux codecs, il est souhaitable de poursuivre le développement des possibilités offertes par FMS.

- ***Des services et des fonctionnalités nouvelles***

- Un direct à débit variable:

Comparable au MBR généré depuis WME, le logiciel Adobe Flash Media Live Encoder permet de coder jusqu'à trois flux simultanés avec des débits variables. Cela permet de tirer parti de la nouvelle fonction de diffusion dynamique en continu du serveur FMS. Cette fonction de suivi de la qualité du service permet de détecter toute modification au niveau de la bande passante de l'utilisateur et de commuter vers un autre flux en cours de lecture.

Si la fonctionnalité MBR semblait peu utile sur le réseau très haut débit de la CUB, la fonction de diffusion dynamique en continu du serveur FMS a toute son utilité sur internet et sera testée prochainement.

- Un direct avec arrêt sur image et retour arrière:

Une option bien pratique du serveur FMS est sa fonction DVR (pour Digital Video Recorder, « enregistreur vidéo numérique »). Cette fonctionnalité permet d'interrompre le flux vidéo en direct pour un retour arrière à volonté. Contrairement aux flux multicast du serveur FMS, les connexions unicast entre le lecteur Flash et le serveur permettent à chaque internaute d'interagir sur sa session. Il s'agit donc de configurer le serveur pour qu'il enregistre le flux du direct au fur et à mesure de sa diffusion. C'est également une fonctionnalité que l'on proposera prochainement aux internautes.

- Un lecteur aux couleurs de la CUB :

Comme on l'a vu pour l'utilisation d'un menu d'indexation des vidéos au point II.2.2.2, le lecteur Jwplayer peut être largement personnalisé. Outre la création de « playlist », l'utilisation de fichier XML permet de personnaliser le lecteur, notamment en y ajoutant en incrustation un logo ou du texte directement sur la vidéo diffusée.

- La diffusion d'une vidéo d'attente avant le direct :

Afin d'annoncer le prochain conseil et sans avoir besoin de désactiver la diffusion du direct sur le serveur FMS, il est possible de diffuser sur le flux « livestream » réservé au direct un fichier d' « attente ». Le logiciel FMLE ne sachant diffuser qu'un flux provenant d'une source vidéo (webcam, caméra ou carte d'acquisition), c'est une solution logicielle libre qui a été testée pour diffuser avec le protocole RTMP le fichier vidéo. Xuggle<sup>69</sup> propose une version windows qui peut être installée sur le serveur utilisé pour l'envoi du flux en direct. S'appuyant sur le logiciel ffmpeg<sup>70</sup> utilisable en ligne de commande, la diffusion des vidéos d'attente peut être programmée pour s'arrêter avant la diffusion « réelle » du direct et reprendre lorsqu'il se termine.

---

<sup>69</sup> Cf : [http://wiki.xuggle.com/Live\\_Encoding\\_Tutorial](http://wiki.xuggle.com/Live_Encoding_Tutorial)

<sup>70</sup>Cf : <http://www.ffmpeg.org/> et <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fmpeg> pour les explication en français

```
ffmpeg -i video_attente.mp4 -re -acodec copy -vcodec copy -f flv  
rtmp://195.214.229.253/live/LiveStream
```

Texte 4: Commande de lancement d'une vidéo d'attente sur le serveur FMS depuis le serveur diffusion-inter

Il ne reste plus qu'à créer cette vidéo d'attente pour proposer cette nouvelle fonctionnalité.

- ***Des changement de solutions clients / serveurs***

« L'adaptive streaming rtmp » et « l'adaptive streaming http » sont les dernières innovations d'Adobe Systems pour sa solution FMS. Bien que soit étudié leur mise en œuvre sur le serveur hébergé chez Alienor, d'autres solutions sont encore envisagées.

- Le retour des balises vidéo de la norme HTML5

Sans utiliser le pseudo-streaming vu au point II.2.2.1 pour la diffusion de vidéos indexées mais en conservant le lecteur JWPlayer dans sa dernière version, il est désormais possible de réaliser la diffusion des vidéos en Flash avec le protocole RTMP lorsqu'elles sont dans un conteneur F4V et avec le protocole HTTP lorsqu'elles sont encodées pour être interprétées par les balises vidéos de la norme HTML5. Les tests de ce lecteur hybride n'ont pas débuté mais les possibilités qu'il offre sont un atout majeur de son adoption.

- Un remplaçant pour FMS 100% logiciel libre.

Présenté au point II.2.1.4, Red5 offre les fonctionnalités du serveur FMS nécessaires à la diffusion de vidéo avec le protocole RTMP. Associé au logiciel xuggle vu précédemment, on arrive à une solution entièrement logicielle libre.

- D'autre pistes de solutions open-source

Des solutions éprouvés de serveurs comme LIGHTTPD<sup>71</sup> sont utilisées avec des modules spécifiques pour le streaming comme flv-streaming<sup>72</sup> ou php-f4v-streming<sup>73</sup>.

Il y a également nginx<sup>74</sup> qui dispose du module ngx\_http\_flv\_module.

<sup>71</sup>Cf <http://www.lighttpd.net/>

<sup>72</sup>Cf : <http://jan.kneschke.de/projects/flv-streaming/>

<sup>73</sup>Cf <https://github.com/ramonfritsch/php-f4v-streming>

<sup>74</sup>Les ressources en français : <http://wiki.nginx.org/NginxFr>

Côté poste client, on continue de suivre l'évolution des lecteurs prometteurs comme videoJS<sup>75</sup>, flowplayer<sup>76</sup>, et bien sur Jwplayer<sup>77</sup>.

Les annonces régulières d'Adobe Systems, de Microsoft, de Google, d'Apple et autres géants de l'informatique sur l'avenir de leurs (meilleures) solutions de codecs, de lecteurs, de navigateurs, de serveurs nous entraîneraient dans une spirale sans fin, si l'on ne prenait pas un peu de recul. Plaçons-nous derrière la caméra (ou derrière nos écrans) pour suivre et essayer de comprendre cette bagarre idéologique et commerciale.

---

<sup>75</sup>Cf <http://videojs.com/>

<sup>76</sup>Cf [flowplayer.org/](http://flowplayer.org/)

<sup>77</sup><http://www.longtailvideo.com/players/jw-flv-player/>

## **Conclusion**

La VD/IP est passée en quelques mois d'une simple expérimentation dans le projet majeur de refonte des réseaux de la CUB à un projet à part entière.

Malgré une méthodologie de gestion de projet structurée, l'industrialisation de la solution a été laborieuse. Les écueils rencontrés et les solutions apportées ont créé une dynamique de veille et de recherche permanente autour de technologies en constante évolution. Bien qu'aujourd'hui matures, les solutions de VD/IP continuent de s'adapter tant bien que mal à des batailles de formats et de brevets que se livrent les leaders mondiaux d'Internet.

Sans attendre que sorte un vainqueur de ces conflits d'intérêts, les internautes ont su saisir ces outils en devenant les principaux contributeurs. 80% des vidéos mises en ligne le sont par des « amateurs ». Les usages de la VD/IP et plus largement de la vidéo sont au cœur de nos sociétés et prennent une part de plus en plus importante dans la communication, notamment en s'associant avec les réseaux sociaux (en témoignent les récentes révolutions des pays du Maghreb).

À la CUB, ce sont les élus qui ont pris la mesure de son importance en définissant son usage comme une vertu démocratique.

Ces dispositifs ont aussi été installés pour les agents de la CUB car le système d'information change au rythme des progrès technologiques. Mais malgré la conduite du changement qui s'opère depuis peu, il n'y a qu'un frémissement dans l'appropriation de la VD/IP par les éditeurs de contenus. Est-ce un manque d'inspiration ou d'esprit communautaire? À moins que le mode « trop vertical » d'administration de la CUB ne fasse de la VD/IP un outil de propagande du « Château »?

Ma mission est désormais d'éveiller chez les pèlerins du numérique leur curiosité en généralisant de nouveaux comportements et l'usage régulier de cette arme révolutionnaire : La VD/IP, avec laquelle nous construirons l'avenir de la CUB.

## Bibliographie

Sites web:

Les sources de documentation sur Internet sont parfois sujet à controverse mais constituent cependant un support tangible de recherche. Les pages des sites web citées en note de bas de page sont reprises ci-dessous :

Développement rapide d'applications. (2011, février 17). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=D%C3%A9veloppement\\_rapide\\_d%27applications&oldid=62379443](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=D%C3%A9veloppement_rapide_d%27applications&oldid=62379443).

Cycle en V. (2010, décembre 30). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Cycle\\_en\\_V&oldid=60709018](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Cycle_en_V&oldid=60709018).

Phase Alternating Line. (2011, avril 6). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Phase\\_Alternating\\_Line&oldid=64091166](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Phase_Alternating_Line&oldid=64091166).

National Television System Committee. (2011, avril 30). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=National\\_Television\\_System\\_Committee&oldid=64849641](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=National_Television_System_Committee&oldid=64849641).

Luminance. (2011, mai 3). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Luminance&oldid=64965568>.

Chrominance. (2011, mai 18). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Chrominance&oldid=65476492>.

YUV. (2011, mars 28). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=YUV&oldid=63757789>.

ISO - Organisation internationale de normalisation , *ISO - International Organization for Standardization*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.iso.org/iso/fr/>

Welcome to IEC - International Electrotechnical Commission, *IEC - International Electrotechnical Commission*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.iec.ch/>

Real-Time Messaging Protocol (RTMP) specification | Adobe Developer Connection, *Adobe Systems*, Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.adobe.com/devnet/rtmp.html>

Ovidentia Community, *CANTICO*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.ovidentia.org/>

[cantico.fr](http://www.cantico.fr), *CANTICO*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.cantico.fr>

Remise de contenu au sein de flux de données en multidiffusion, *Microsoft*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://technet.microsoft.com/fr-fr/library/cc754435.aspx>

RGI - interopérabilité | [modernisation.gouv.fr](http://modernisation.gouv.fr), *Hervé Le Bars, Jean François Barsacq*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://references.modernisation.gouv.fr/rgi-interoperabilite>,

Catalyst 6500 Release 12.2SX Software Configuration Guide - IGMP Snooping and MVR for IPv4 Multicast Traffic [Cisco Catalyst 6500 Series Switches] - Cisco Systems, *CISCO*, Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/catalyst6500/ios/12.2SX/configuration/guide/snooigmp.html>

Page sans titre, *Adobe systems*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de [http://www.adobe.com/devnet/flashmediaserver/articles/overview\\_streaming\\_fms3/\\_jcr\\_content/articlecontentAdobe.html](http://www.adobe.com/devnet/flashmediaserver/articles/overview_streaming_fms3/_jcr_content/articlecontentAdobe.html)

projects [Open Source Flash], *auteur inconnu*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://osflash.org/projects>

red5 - RTMP, VOD, SharedObjects, live video broadcasts, AMF0, AMF3 Compatible, remoting and the list goes on - Google Project Hosting, *auteur inconnu*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://code.google.com/p/red5/>

Adobe - Pôle technologique d'ActionScript, *Adobe systems*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.adobe.com/fr/devnet/actionscript/>

Framework Open Source, logiciel de développement d'applications web | Flex – Adobe, *Adobe systems*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.adobe.com/fr/products/flex/>

HTML5. (2011, avril 21). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=HTML5&oldid=6454326>

La vidéo avec HTML 5, *auteur inconnu*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.xul.fr/html5/video.php>

Le W3C confirme qu'HTML5 sera disponible en mai 2011 pour appel à commentaires ,*W3C*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.w3.org/2011/02/htmlwg-pr.html/>

inWay – RIA,*InWay*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.inway.fr/ria/index.html>

Video FLV en PHP Streaming et avec le FLVPlayback, *Philippe Kirsch*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://philflash.inway.fr/phpstream/index.html>

FLVPlayback - Référence du langage et des composants ActionScript 3.0, *Adobe systems*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de [http://help.adobe.com/fr\\_FR/AS3LCR/Flash\\_10.0/fl/video/FLVPlayback.html](http://help.adobe.com/fr_FR/AS3LCR/Flash_10.0/fl/video/FLVPlayback.html)

Creative Commons — Attribution-NonCommercial-ShareAlike 2.0 Generic — CC BY-NC-SA 2.0, *Creative Commons*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>

FLV MetaData Injector - Adds meta info to your Flash Video file, *Burak KALAYCI*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.buraks.com/flvmdi/>

@renaun posts: QTIndexSwapper 2, *Renaun Erickson*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://renaun.com/blog/2010/06/qtindexswapper-2/>

moovrelocator - PHP5 class to relocate the moov-atom from the end to the beginning of a MP4-file - Google Project Hosting, *Sascha.Herrmann*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <https://code.google.com/p/moovrelocator/>

ideo Delivery: RTMP Streaming | LongTail Video | Home of the JW Player, *Jeroen Wijering*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.longtailvideo.com/support/jw-player/jw-player-for-flash-v5/12535/video-delivery-rtmp-streaming>

RFC 2474 - Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers, *Nichols Kathleen, Black David L., Blacke Steven, Baker Fred*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://tools.ietf.org/html/rfc2474>

VideoLAN - Official page for VLC media player, the Open Source video framework!, *VideoLAN*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.videolan.org/vlc/>

Moonlight – Mono, *mono-project.com*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.mono-project.com/Moonlight>

Documentation:Streaming HowTo - VideoLAN Wiki, *Alexis de Lattre, Johan Bilien, Anil Daoud, Clément Stenac, Antoine Cellier, Jean-Paul Sama*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de [http://wiki.videolan.org/Documentation:Streaming\\_HowTo](http://wiki.videolan.org/Documentation:Streaming_HowTo)

Détail d'un texte, *legifrance.gouv.fr*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000020626623&dateTexte=20091028>

RGAA - Accessibilité | *modernisation.gouv.fr*, *Hervé Le Bars, Jean François Barsacq*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.references.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite>

Live Encoding Tutorial – Xugglewiki, *Robert Harris, Art Clarke*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de [http://wiki.xuggle.com/Live\\_Encoding\\_Tutorial](http://wiki.xuggle.com/Live_Encoding_Tutorial)

Ffmpeg, *auteur inconnu*, Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.ffmpeg.org/>

lighttpd fly light, *auteur inconnu*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.lighttpd.net/>

~jk flv streaming, *Mephisto*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://jan.kneschke.de/projects/flv-streaming/>

ramonfritsch/php-f4v-streming – GitHub, *Ramon Fritsch*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <https://github.com/ramonfritsch/php-f4v-streming>

NginxFr, *Cliff Wells*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://wiki.nginx.org/NginxFr>

HTML5 Video Player | VideoJS, *auteur inconnu*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://videojs.com/>

Flowplayer - Flash Video Player for the Web, *Tero Piirainen*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://flowplayer.org/>

Cacti: The Complete RRDTool-based Graphing Solution, *The Cacti Group*. Page consultée le 19 mai 2011 à partir de <http://www.cacti.net/>

## **Table des annexes**

<a href="#"><u>Annexe 1 : La communication de la CUB sur la vidéo-diffusion.....</u></a>	<a href="#"><u>110</u></a>
<a href="#"><u>Annexe 2 : Organigramme de la CUB.....</u></a>	<a href="#"><u>112</u></a>
<a href="#"><u>Annexe3 : La vidéo dans le programme fonctionnel.....</u></a>	<a href="#"><u>113</u></a>
<a href="#"><u>Annexe 4 : Comparaison entre le planning prévisionnel et le planning réel.....</u></a>	<a href="#"><u>115</u></a>
<a href="#"><u>Annexe 5 : Dossier technique de la régie et de la salle serveur.....</u></a>	<a href="#"><u>116</u></a>
<a href="#"><u>Annexe 6 :Procédure de publication d'un flux vidéo pour Internet (extraits).....</u></a>	<a href="#"><u>132</u></a>
<a href="#"><u>Annexe7 : La surveillance des infrastructures avec CACTI.....</u></a>	<a href="#"><u>138</u></a>

## **Annexe 1 : La communication de la CUB sur la vidéo-diffusion**

- Une inscription au règlement intérieur du « Conseil de la CUB »

Dans la dernière version du règlement intérieur du « Conseil de la CUB » (délibération n° 2009/0756 du 27 novembre 2009), à la section 8 -caractère public des séances- l'article 31 est rédigé comme suit :

« Retransmission et enregistrement des débats:

Sans préjudice des pouvoirs que le Président détient concernant la police des débats, les séances peuvent être retransmises et enregistrées par les moyens de communication audiovisuelle, avec l'autorisation de ce dernier. Une retransmission en direct des séances sera mise en ligne sur le site Internet de la CUB »

- Un plan de mandature qui assure la transparence

Le fascicule réalisé début 2010 et présentant le nouveau plan de mandature explique ceci :

*« Il s'inscrit dans le prolongement du projet d'agglomération et des principes de gestion définis dans le cadre de l'accord de coopération communautaire d'avril 2008. »*

On peut lire au chapitre « *Une métropole transparente, prévisible et cohérente* :

*Une action dans la transparence*

*Renforcer la transparence vis-à-vis des élus, des citoyens et des partenaires*

*.../... Cette volonté de transparence se traduit également par la mise en place d'outils destinés à favoriser l'accès aux informations pour l'ensemble de ses partenaires et les citoyens:*

*Informé par le biais des TIC :*

*Le site Internet de la Cub met en ligne les informations concernant la vie des assemblées .../... La retransmission en direct des séances du Conseil de communauté est en phase de tests techniques et sera assurée dès la validation. »*

# Technopolis



## Tout passera par un seul tuyau

Le projet « Fil-IP » (prononcer Filipé !) conduit par la DSI améliore les systèmes de communications existants, devenus obsolètes.

Optimiser la gestion des milliers d'appels quotidiens, améliorer les temps de réponse des outils informatiques des sites distants, bénéficier des apports des nouvelles technologies : les objectifs de la refonte des réseaux informatiques et téléphoniques étaient depuis longtemps identifiés par la direction des Systèmes d'Information.

Très prochainement, les circonscriptions de Voirie seront les premières à constater le changement. Car tout commencera en décembre par l'informatique. Vitesse d'utilisation des logiciels et haut débit d'envoi et de réception de fichiers seront au rendez-vous grâce à la fibre optique.



Les agents sur la majorité des sites communautaires vont ainsi pouvoir utiliser les services informatiques dans les mêmes conditions qu'à Mériadeck.

Le déploiement des nouveaux outils de téléphonie constituera le second volet du projet « Fil-IP ».

La présentation des nouveaux téléphones (1600 agents vont changer de téléphone dans le prochain semestre) aura lieu, les 15, 16 et 17 décembre, sous forme d'ateliers « découvertes ». Enfin, la vidéodiffusion sera expérimentée pour la surveillance des locaux mais aussi pour la mise en ligne,

avec, par exemple, des extraits de séances du Conseil. Patrice Lacoste, responsable du Centre production à la DSI, précise que « la technologie IP (voir encart) et les connexions en fibres optiques offrent de réelles opportunités, en particulier en matière de mutualisation des moyens.

Une seule prise et un seul câble permettront, à terme, de regrouper l'informatique, la téléphonie, la vidéo et in fine, tout autre flux d'information/communication ». Ce système donnera aussi la possibilité de réaliser des économies non négligeables.

### Un téléphone « intelligent »

Pour assurer le succès de ce projet très technique, la DSI va s'appuyer sur l'élément humain. Il est en effet prévu de prendre en considération l'avis d'un panel d'utilisateurs pour répondre au mieux aux besoins de chacun.

Ainsi, un groupe pilote constitué de 4 équipes (Accueil/Centre d'appels – Vidéo – Sites Communautaires – Usagers téléphoniques), soit près de 50 personnes représentant les différents services communautaires va œuvrer, en préalable, pour tester le système « sous toutes ses coutures ».

L'objectif, entre le 24 novembre et le 26 janvier 2009, sera d'adapter la téléphonie en tenant compte des différents usages

### En bref

- Une connexion en fibre optique pour 25 sites communautaires sur 32 et une évolution des débits pour les autres s'appuyant sur les technologies disponibles (ADSL, WIFI).
- Un accès sécurisé et homogène au réseau unifié que cela soit effectué de manière filaire ou hertzienne (WIFI).
- 2500 postes téléphoniques remplacés
- Un groupe pilote de 50 personnes
- Un calendrier étalé de novembre 2008 au premier semestre 2009
- Un budget de 2 M d'euros.

rencontrés et ce, avant sa mise en service, prévue à partir de février 2009. « La nouvelle solution de téléphonie ne sera pas déployée sans l'accord du groupe pilote : ainsi, si la qualité de service de la nouvelle solution est fondamentale (élimination des phénomènes éventuels d'échos, de grésillements), l'adaptation autant que possible de la nouvelle solution aux besoins et aux attentes des services l'est également » précise Patrice Lacoste. Parallèlement, le département développement des compétences de la DRH organisera la formation des utilisateurs. Un guide papier et une information Intranet seront aussi mis à la disposition des agents. L'accompagnement se poursuivra, encore, lors de l'installation, puisque un technicien guidera chaque usager dans l'utilisation ces nouveaux téléphones « intelligents » pourvus d'écran.

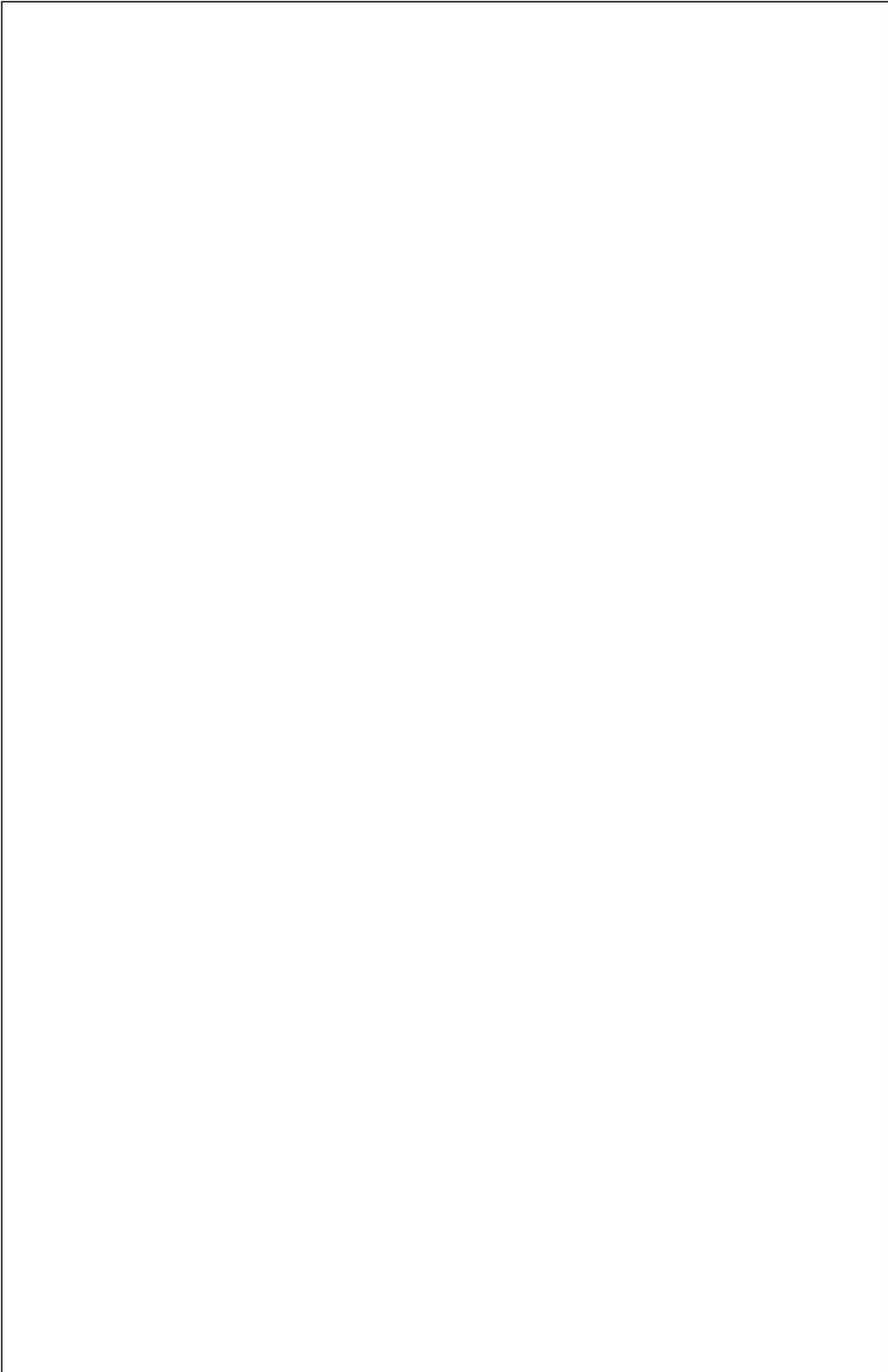
IP « Internet Protocol » est une technologie qui permet de transporter la voix et la vidéo via le réseau informatique. On parle alors de réseau unifié.

### Le saviez-vous ?

Les agents de sécurité utilisent souvent la vidéo pour préserver les sites et garantir la protection des personnes. Le règlement d'utilisation de la vidéosurveillance dans les lieux publics est soumis à l'autorisation préalable de la préfecture et des dispositifs spécifiques doivent être mis en œuvre (une durée de conservation des images limitée à un mois, l'information des personnes à proximité des caméras...). Alors, souriez, vous êtes filmé(s) ! (dans les entrées et les issues de secours de l'Hôtel communautaire).



## **Annexe 2 : Organigramme de la CUB**



## **Annexe3 : La vidéo dans le programme fonctionnel**

Les fonctions principales et secondaires attendues pour la VD/IP ont été définies dans le programme fonctionnel. L'ensemble de ces éléments est rappelé ci-dessous:

### « Caméras/IP de télésurveillance et de diffusion

*Un serveur permettant l'accès multiple aux caméras/IP doit être fourni. Celui-ci doit permettre l'authentification via l'annuaire Microsoft Active Directory ou la base de comptes locale. Le logiciel fourni sur ce serveur doit être compatible avec Microsoft Windows Média Server. Ainsi l'ensemble des flux issus des différentes caméras (télésurveillance et de diffusion) doivent pouvoir être redirigés, vers ce serveur hébergeant Microsoft Windows Média Server qui sera chargé de la diffusion (streaming) et de l'historisation éventuelle sur une période d'une semaine pour chaque caméra.*

*Les formats vidéo numériques employés sont de type Windows Média ou MPEG-4 minimum. Les deux formats doivent être disponibles même si un d'entre eux est privilégié dans l'implémentation de la solution.*

*Toutes les caméras sont couleur.*

*La gestion de la qualité de service pour les flux vidéo des différentes caméras demandées dans la solution doit être prise en compte notamment lors de la diffusion au sein du réseau communautaire. Ainsi, les flux vidéo ne devront en aucun cas altérer les flux des autres applications notamment la téléphonie/IP.*

*La solution doit permettre la gestion de la sécurité des accès à distance au logiciel de visualisation éventuellement embarqué dans les caméras IP.*

### Caméras/IP de télésurveillance

*Deux modèles de caméras /IP de télésurveillance doivent pouvoir être fournis :*

*.../...*

### Caméras/IP de diffusion

*Les caméras de diffusion doivent permettre d'effectuer du streaming vidéo sur le réseau communautaire via un serveur Microsoft Windows Média Server et sur Internet.*

*La prise de son associée à l'image devra pouvoir être effectuée via le système de prise de parole analogique existant. La synchronisation audio/vidéo devra également être assurée.*

*L'utilisation cible de ces caméras de diffusion est la salle du Conseil de Communauté. La qualité vidéo des flux vidéo ne doit pas être réductrice en regard des possibilités des flux de diffusion en streaming du serveur Windows média server.*

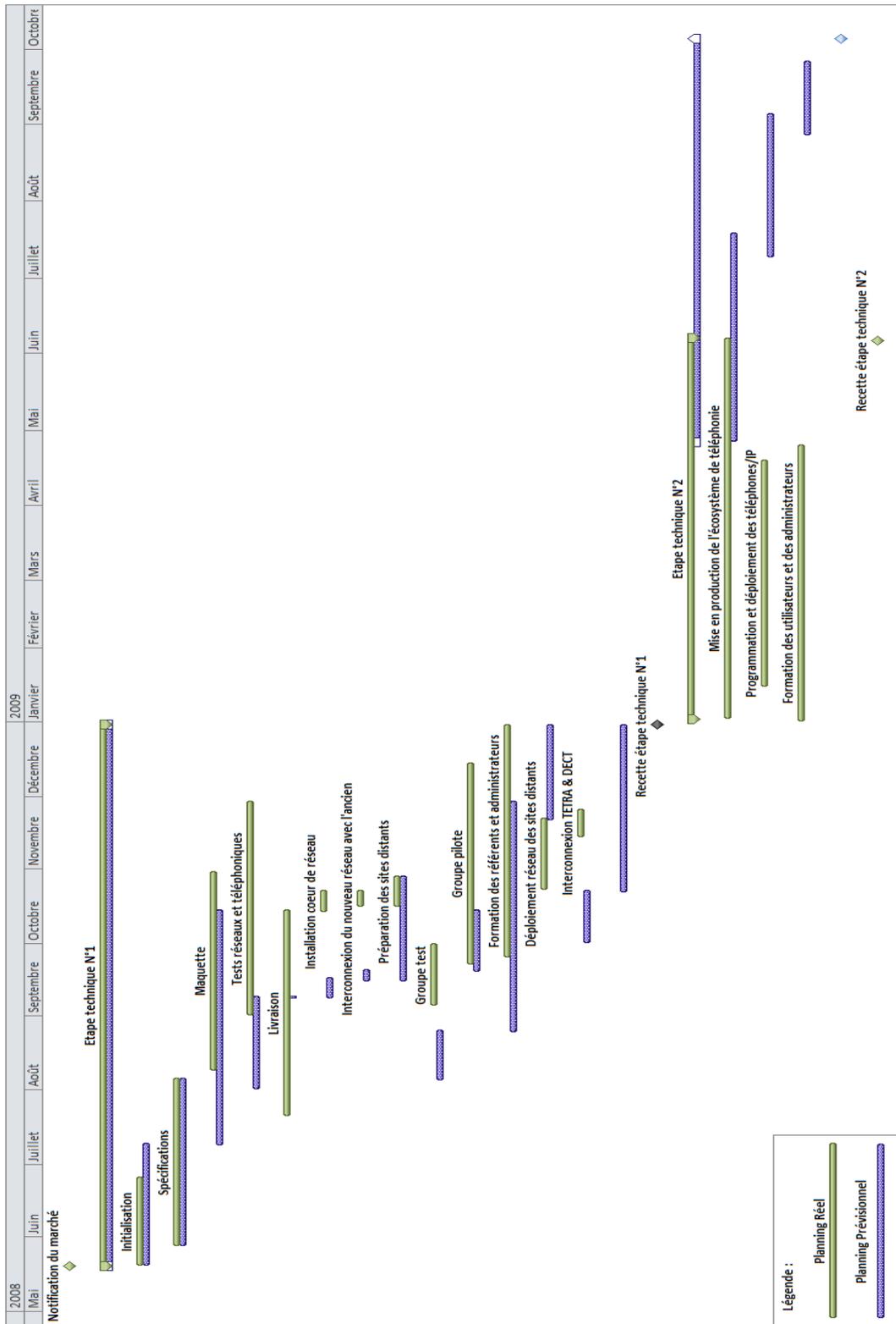
*Deux modèles de caméras /IP de diffusion doivent pouvoir être fournis :*

- *Un modèle fixe possédant les caractéristiques suivantes :*
  - *socle rotatif et pilotable à distance,*
  - *couleur,*
  - *qualité professionnelle de capture d'image,*
  - *possibilité de ZOOM 10 X,*
  - *Micro incorporé permettant éventuellement la capture en direct des flux audio en mode directionnel.*
- *Un modèle mobile possédant les caractéristiques suivantes :*
  - *système permettant le portage de la caméra pour cadreur professionnel,*
  - *qualité permettant une diffusion temps réel audio & vidéo,*
  - *possibilité de Zoom 10X,*
  - *batterie permettant une autonomie de 4H minimum (durée d'un conseil de communauté) et batterie de rechange,*
  - *système de transmission sans fil des images temps réel,*
  - *Micro incorporé permettant éventuellement la capture en direct des flux audio en mode directionnel,*
  - *Housse de transport du matériel.*

*Étant donné l'aspect novateur de la demande, il sera toléré un système propriétaire de capture d'image et de son mais celui-ci devra être interfacé et intégré dans la solution. Ainsi, le système de transmission sans fil pourra ne pas être WIFI mais devra être compatible avec la présence de bornes WIFI à proximité. D'autre part, le système devra s'interfacier et s'intégrer dans la solution globale proposée notamment en termes de caméras/IP »*

Les informations ci-dessus ont été amendées lors de la réponse par le soumissionnaire. Le mémoire fonctionnel technique qu'il a fourni ne retenait plus les caméras/IP comme solution pour la salle du conseil mais des caméras analogiques couplées aux codeurs/décodeurs MAVIX.

# Annexe 4 : Comparaison entre le planning prévisionnel et le planning réel



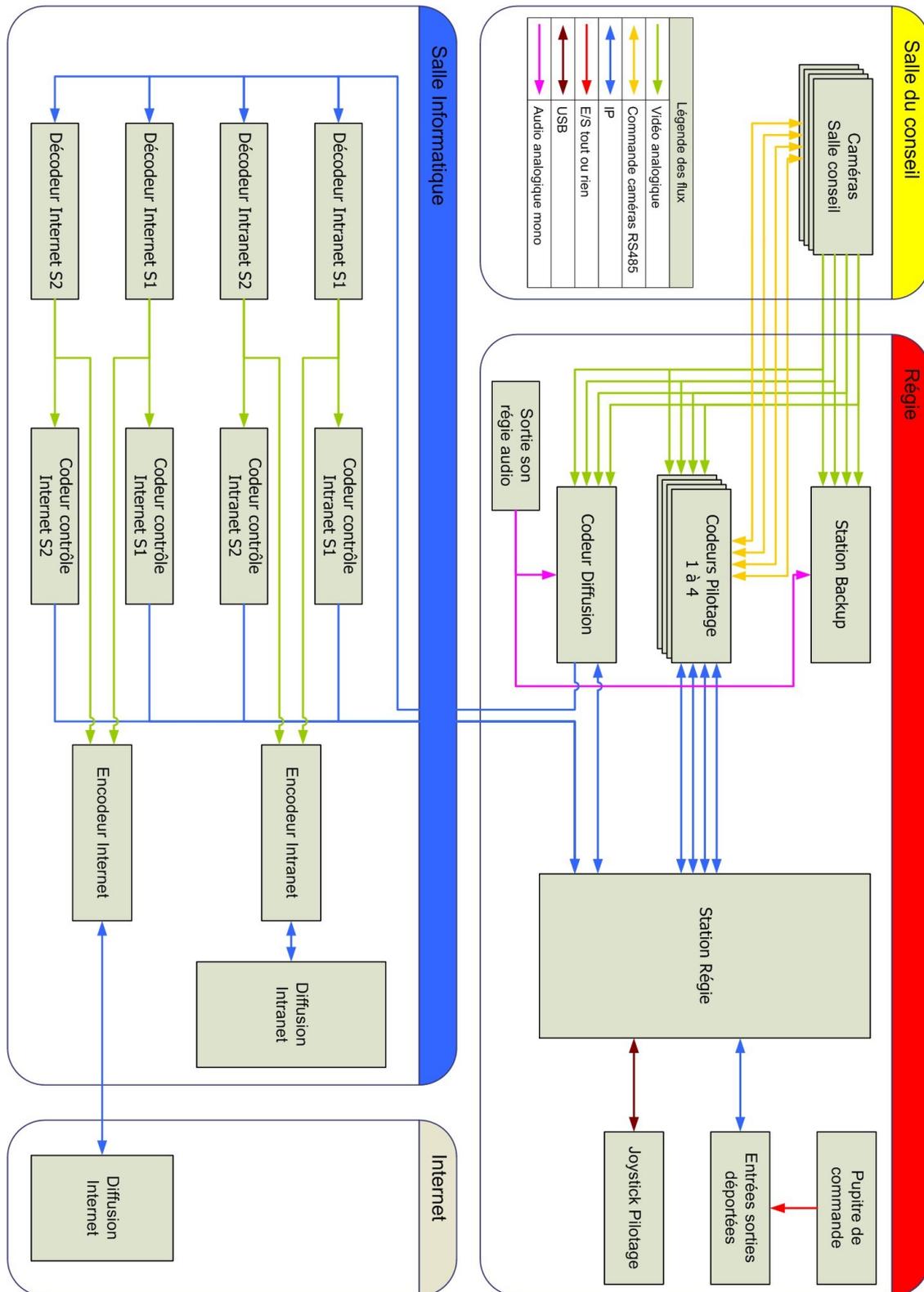
## **Annexe 5 : Dossier technique de la régie et de la salle serveur**

La présentation des dispositifs techniques de vidéo-diffusion de la salle du conseil, de la régie et de la salle des serveurs ne peut-être faite sans une lecture globale de la solution au travers du synoptique général ou du schéma logique des flux. Ces schémas, présentés ici, constituent une partie du dossier de conception détaillé de la solution.

Sont donc présentés ci-après:

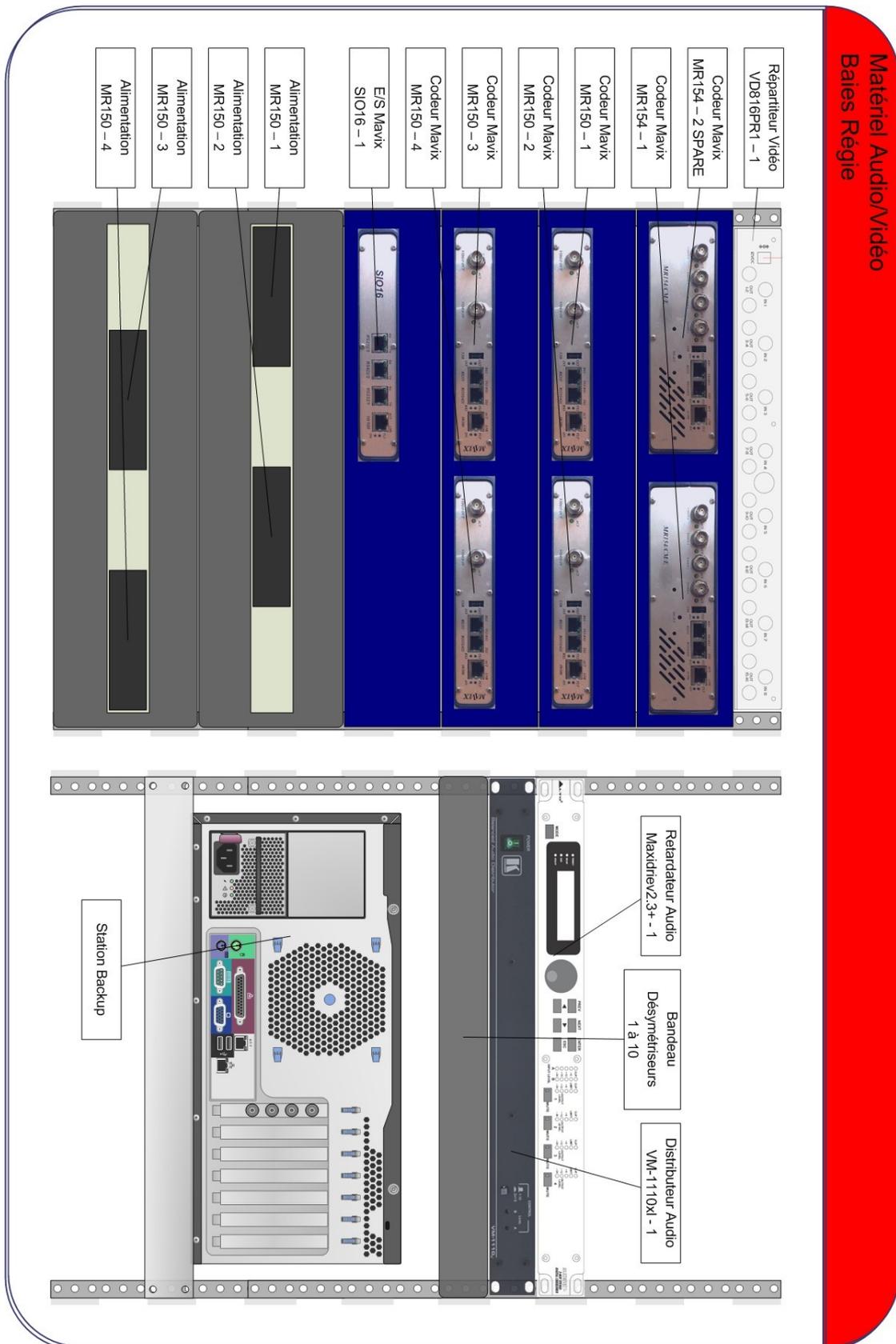
- Le synoptique général de la solution de vidéo-diffusion
- Le synoptique des matériels audio/vidéo dans les baies de la régie
- Le synoptique vidéo de la régie et la salle du conseil
- Le synoptique audio de la régie
- Le synoptique des matériels audio/vidéo de la salle des serveurs
- Le synoptique vidéo de la salle des serveurs
- Le synoptique audio de la salle des serveurs
- Le schéma logique des flux
- La description fonctionnelle des flux.
- La description technique des flux.

# Synoptique général de la solution de vidéo-diffusion



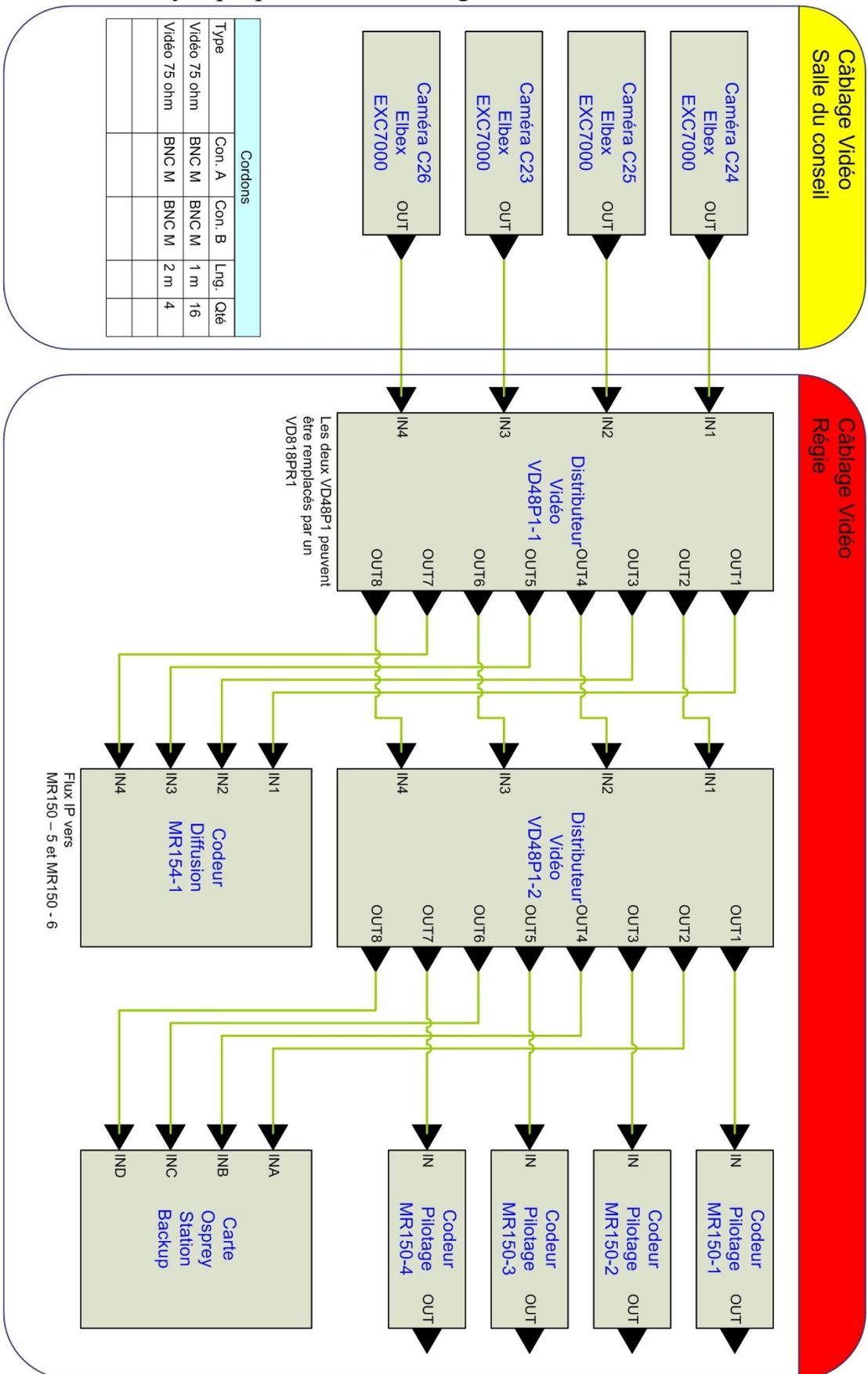
Texte 5: Synoptique général de la solution de vidéo-diffusion

## Synoptique des matériels Audio/Vidéo dans les baies de la Régie



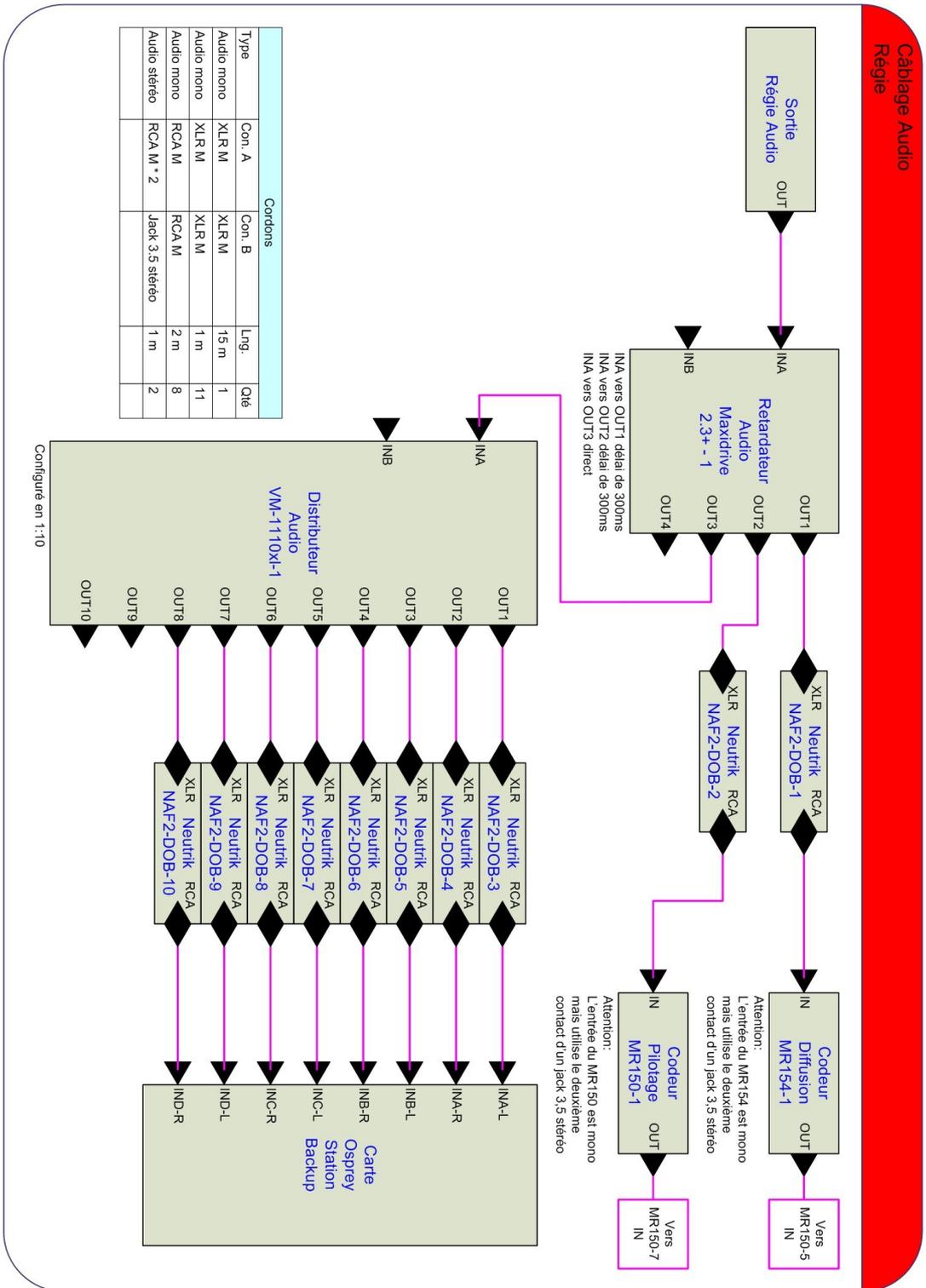
Texte 6: Synoptique des matériels Audio/Vidéo dans les baies de la Régie

# Synoptique vidéo de la régie et la salle du conseil



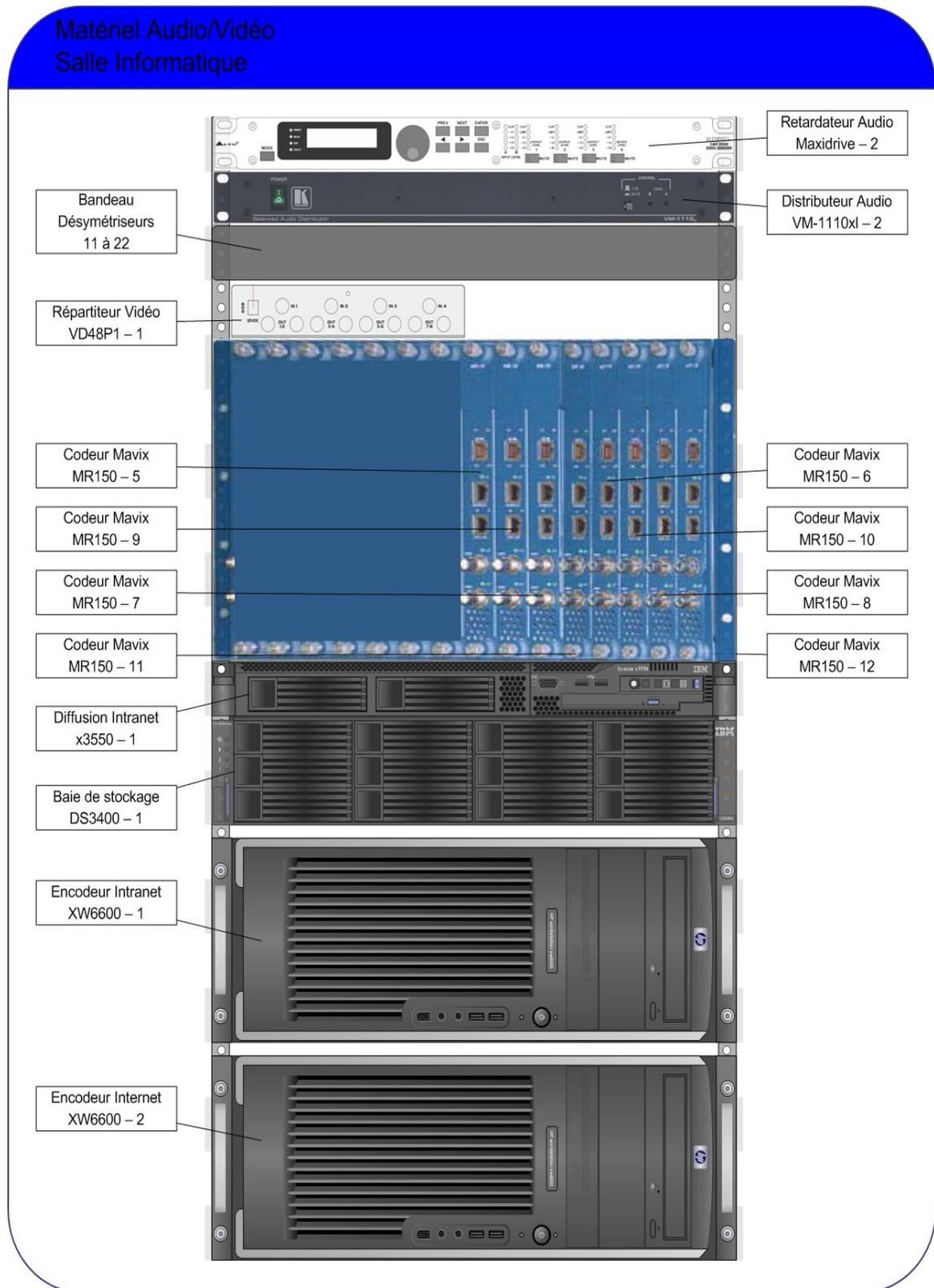
Texte 7: Synoptique vidéo de la régie et la salle du conseil

# Synoptique audio de la régie



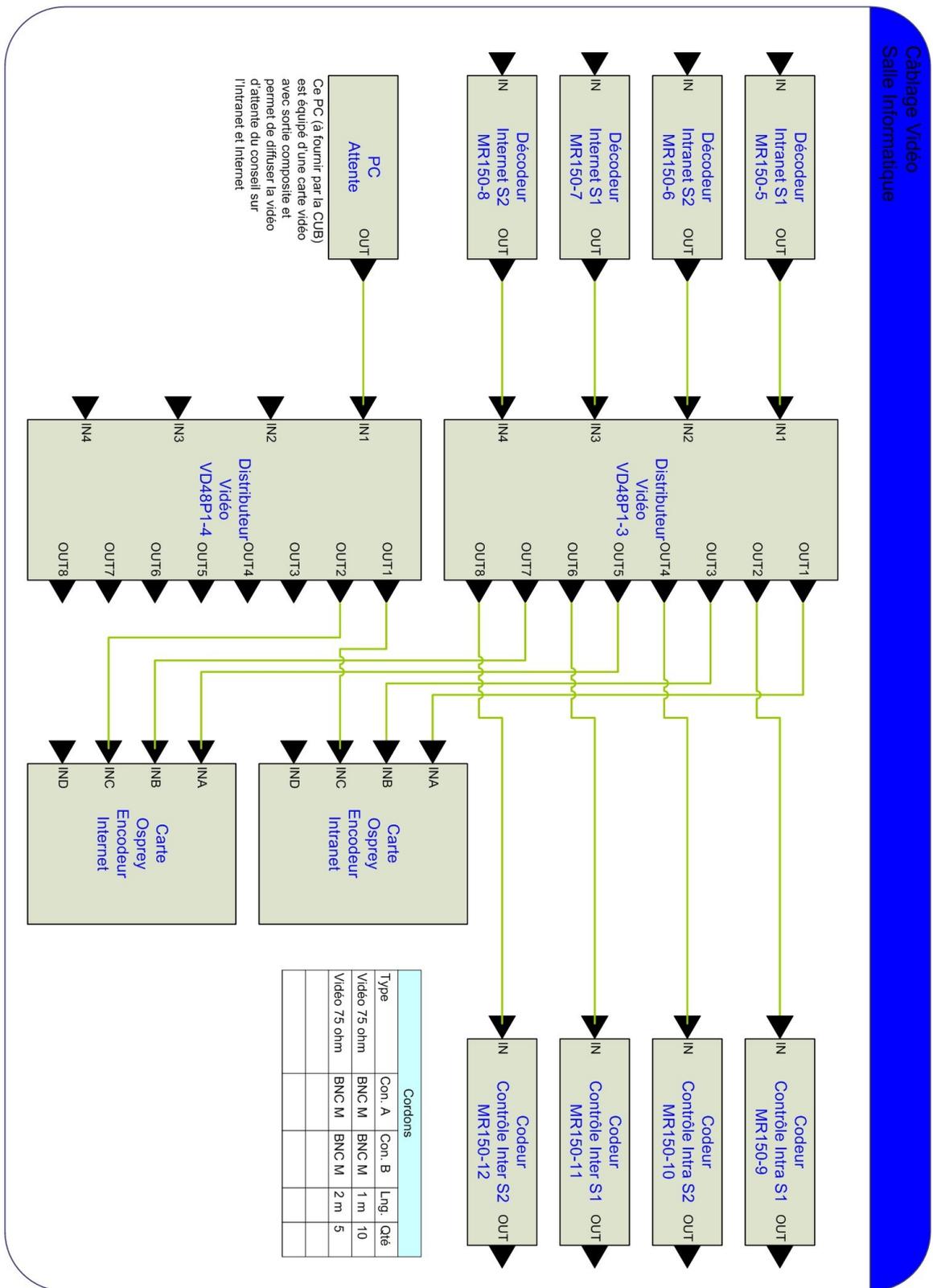
Texte 8: Synoptique audio de la régie

## Synoptique des matériels audio/vidéo de la salle des serveurs



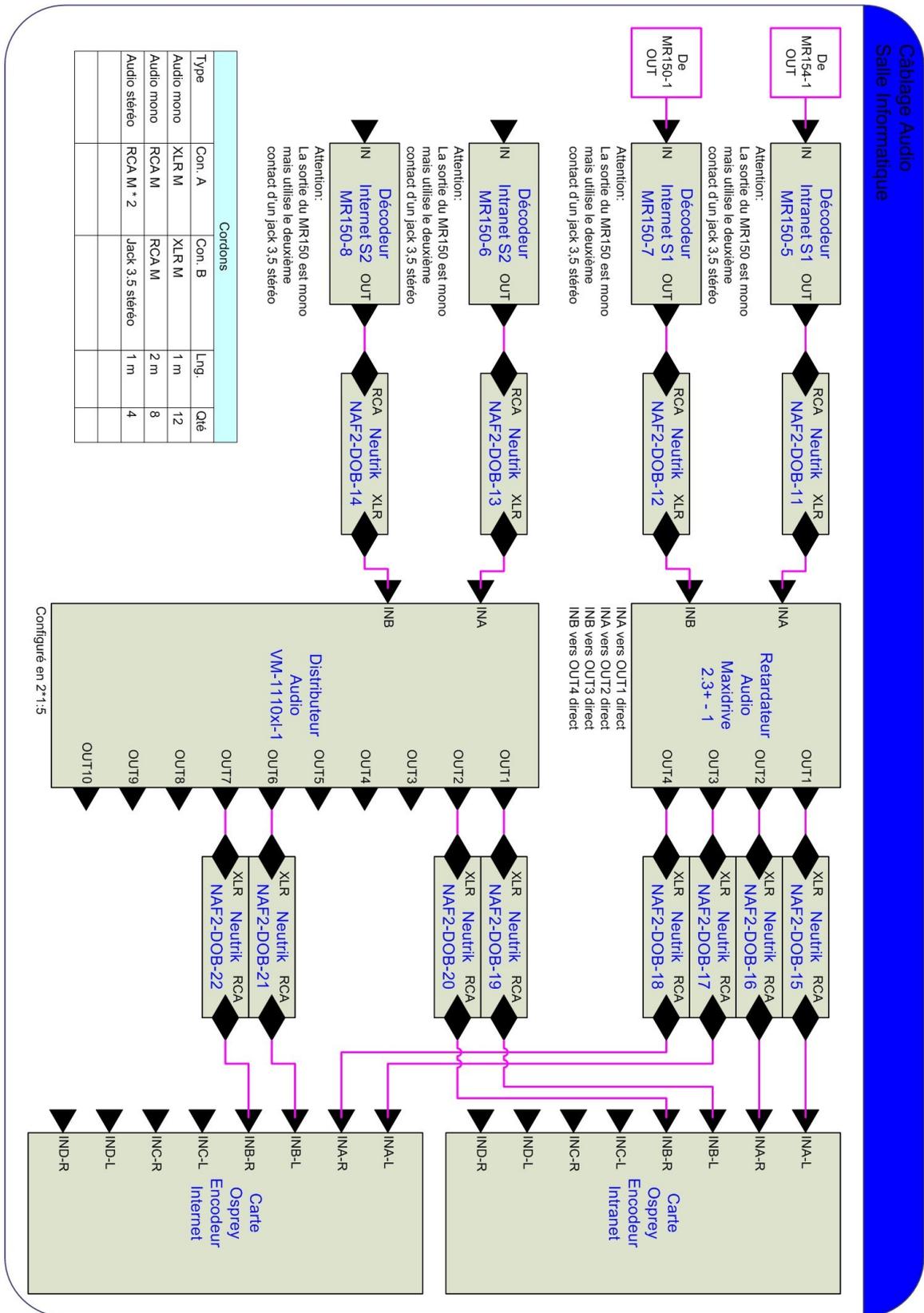
Texte 9: Synoptique des matériels audio/vidéo de la salle des serveurs

# Synoptique vidéo de la salle des serveurs



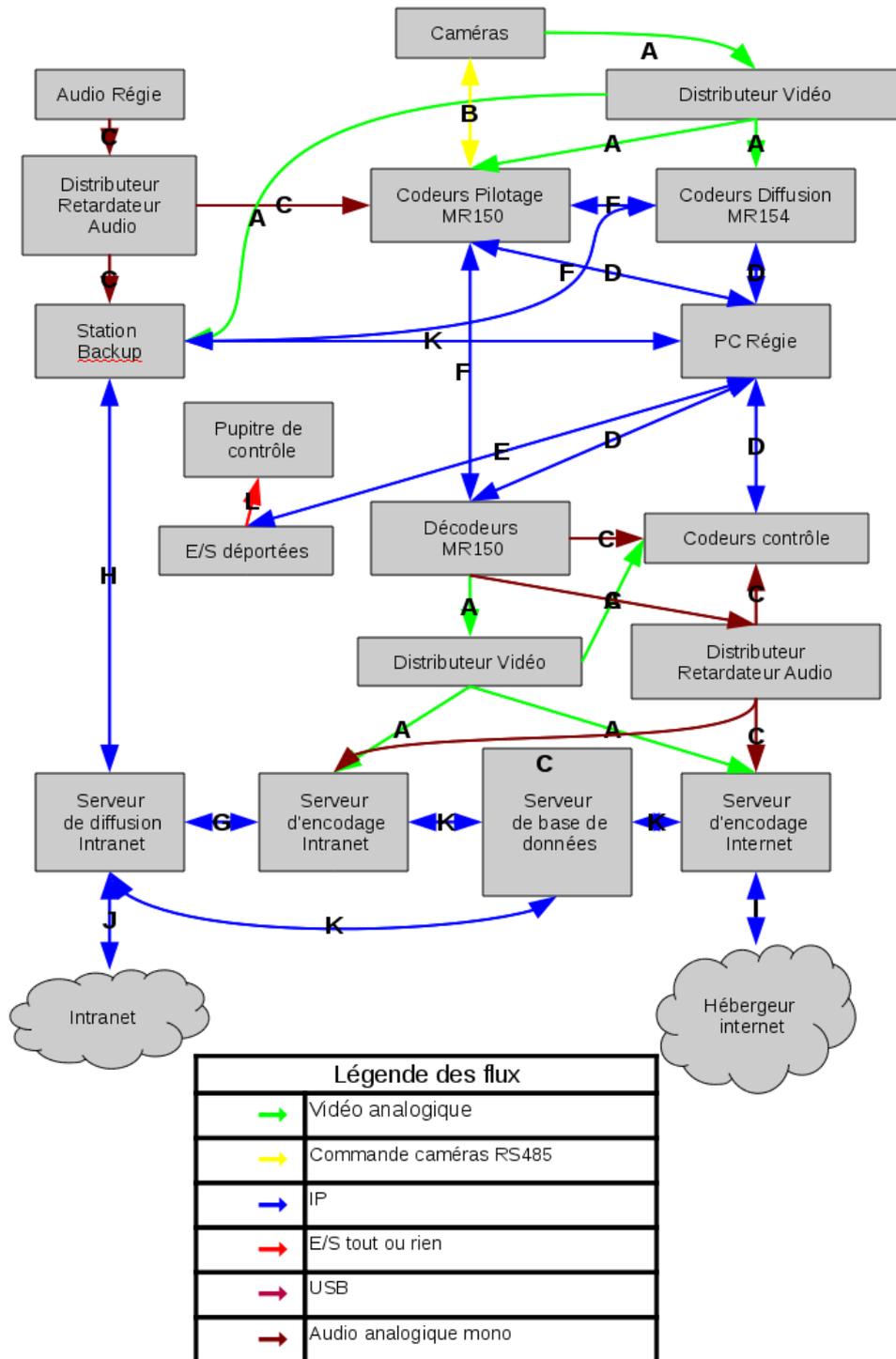
Texte 10: Synoptique vidéo de la salle des serveurs

# Synoptique audio de la salle des serveurs



Texte 11: Synoptique audio de la salle des serveurs

## Schéma logique des flux



Texte 12: Schéma logique des flux (à lire avec la description fonctionnelle des flux ci-après)

## Description fonctionnelle des flux

- Flux A : Liaison vidéo analogique

Cette liaison permet de transporter un signal vidéo analogique PAL via un câble coaxial.

- Flux B : Liaison de télémétrie

Cette liaison série sur paire cuivre permet de piloter la caméra par l'envoi de commandes spécifiques.

- Flux C : Liaison Audio Analogique

Cette liaison permet la transmission audio entre le matériel audio de la CUB (la régie micro des élus) et les codeurs MR150-1 et MR-150-2 (pour le backup audio) ainsi qu'entre les décodeurs MR150-5 et MR150-9 et les stations d'encodage Intranet et Internet.

- Flux D : Liaison IP Codeur Mavix / PC Régie

Le flux entre les codeurs Mavix et le PC Régie permettent plusieurs actions :

- La transmission de l'audio et des vidéos via le réseau IP entre le codeur et le PC en unicast ou multicast
- La supervision de l'état des codeurs en unicast et multicast
- La transmission d'ordres de connexion entre codeurs depuis le PC
- La transmission d'ordres de pilotage de caméras depuis le PC
- Le transfert de fichiers de paramétrage du codeur

- Flux E : Liaison IP SIO16 (E/S déportées) / PC Régie

Le flux entre les SIO16 Mavix et le PC Régie permettent plusieurs actions :

- La transmission d'informations du pupitre de commande via le réseau IP entre le codeur et le PC
- La supervision de l'état des codeurs en unicast et multicast

- La transmission d’ordres de connexion entre codeurs depuis le PC
- Le transfert de fichiers de paramétrage du codeur

- Flux F : Liaison IP Codeurs Mavix / Moniteurs virtuels

Le flux entre les codeurs Mavix et les décodeurs Mavix (« Moniteurs Virtuels ») permettent plusieurs actions :

- La transmission de l’audio et des vidéos via le réseau IP entre le codeur et le PC
- La supervision de l’état des codeurs en unicast et multicast
- La transmission d’ordres de connexion entre codeurs depuis le PC
- La transmission d’ordres de pilotage de caméras depuis le PC
- Le transfert de fichiers de paramétrage du codeur

- Flux G : Liaison IP Serveur de diffusion Intranet / Serveur d’encodage Intranet

Le serveur de diffusion intranet vient chercher les images codées par le serveur d’encodage intranet afin de les diffuser ensuite sur le réseau.

- Flux H : Liaison IP Serveur « Backup » / Serveur de diffusion Intranet

Cette liaison permet, grâce à une page web, de configurer le comportement de la solution et de paramétrer les paramètres de codage des flux vidéo et la disponibilité des flux.

- Flux I : Liaison IP Serveur d’encodage Internet / FAI

Ce lien IP permet l’envoi d’un flux IP du serveur d’encodage Internet vers un FAI ou un hébergeur en charge d’héberger le flux vidéo du conseil de la CUB.

- Flux J : Liaison IP Serveur de diffusion Intranet vers Intranet

Flux multicast émis par le serveur de diffusion dans un format connu permettant la visualisation des conseils sur le réseau de la CUB

- Flux K : Liaison IP vers serveur de base de données MS SQL

Flux permettant l'échange d'information entre le client et le serveur de base de données. Ceci permet à un client de récupérer des informations contenues dans le serveur de base de données.

- Flux L : Liaison IO Pupitre SIO/16

Liaison directe entre les boutons du pupitre et les entrées du boîtier SIO/16

#### 1.1.13. Flux additionnels

Des flux additionnels sont utilisés pour le bon fonctionnement de la solution. Parmi ces flux, nous trouvons notamment certains protocoles permettant la découverte des voisins et l'échange d'information (NETBIOS, DNS par exemple).

Parallèlement à ces flux requis et permanents, des flux de maintenance peuvent circuler sur le réseau, de façon occasionnelle. Parmi ces flux, nous constatons essentiellement des flux de connexion à distance sur les différents PC et serveurs (RDP), ainsi que des transferts occasionnels de fichiers, lors de mises à jour ou d'opérations de maintenance (SMB, FTP). Des flux SNMP circulent également afin de récupérer des informations d'activité de certains matériels.

## Description technique des flux

- **Flux A : Liaison vidéo analogique**

Type	PAL sur câble coaxial
Connectique	Bornier côté caméra BNC côté codeur
Signal	Signal analogique vidéo PAL

- **Flux B : Liaison de télémétrie**

Type	RS485 – 2 fils (Half Duplex)
Vitesse	4800
Parité	Sans
Bits de données	8
Bits de stop	1
Protocole	Elbex 7xxx
Connectique	Bornier côté caméra RJ45 côté codeur (Broche 1 et 2)

- **Flux C : Liaison Audio Analogique**

Type	Audio 0 dBu
Connectique	XLR symétrique côté régie et coté distributeur Jack 3,5 asymétrique côté codeur

▪ Flux D : Liaison IP Codeur Mavix / PC Régie

Source	Port	Destination	Port	Diffusion	Nature
PC Régie	UDP/dynamique	Codeur	UDP/1000	Unicast	Supervision
PC Régie	TCP/dynamique	Codeur	TCP/14002	Unicast	Pilotage caméra
PC Régie	TCP/dynamique	Codeur	TCP/21	Unicast	Transfert de fichier de configuration en FTP
PC Régie	TCP/Dynamique	Codeur	TCP/23	Unicast	Accès de maintenance Telnet
PC Régie	TCP/Dynamique	Codeur	TCP/80	Unicast	Accès de maintenance HTTP
Codeur	UDP/1000	PC Régie	UDP/dynamique	Unicast	Supervision
Codeur	UDP/1000	239.1.1.1	UDP/1000	Multicast	Keep alive / Alertes
Codeur	UDP/3000	PC Régie	UDP/dynamique	Unicast	Flux vidéo 1 (si une seule demande)
Codeur	UDP/3004	PC Régie	UDP/dynamique	Unicast	Flux vidéo 2 (si une seule demande)
Codeur	UDP/3008	PC Régie	UDP/dynamique	Unicast	Flux vidéo 3 (si une seule demande)
Codeur	UDP/3016	PC Régie	UDP/dynamique	Unicast	Flux vidéo 4 (si une seule demande)
Codeur	UDP/3000	232.xx.xx.xx	UDP/3000	Multicast	Flux vidéo 1 (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/3004	232.xx.xx.xx	UDP/3004	Multicast	Flux vidéo 2 (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/3008	232.xx.xx.xx	UDP/3008	Multicast	Flux vidéo 3 (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/3016	232.xx.xx.xx	UDP/3016	Multicast	Flux vidéo 4 (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/3001	PC Régie	UDP/dynamique	Unicast	Flux Audio (si 1 demande)
Codeur	UDP/3001	232.xx.xx.xx	UDP/3001	Multicast	Flux Audio (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/123	PC Régie	UDP/123	Unicast	Synchronisation SNTP

▪ **Flux E : Liaison IP SIO16 / PC Régie**

Source	Port	Destination	Port	Diffusion	Nature
PC Régie	UDP/dynamique	Codeur	UDP/1000	Unicast	Supervision
PC Régie	TCP/dynamique	Codeur	TCP/21	Unicast	Transfert de fichier de configuration en FTP
PC Régie	TCP/Dynamique	Codeur	TCP/23	Unicast	Accès de maintenance Telnet
PC Régie	TCP/Dynamique	Codeur	TCP/80	Unicast	Accès de maintenance HTTP
Codeur	UDP/1000	PC Régie	UDP/dynamique	Unicast	Supervision
Codeur	UDP/1000	239.1.1.1	UDP/1000	Multicast	Keep alive / Alertes
Codeur	UDP/123	PC Régie	UDP/123	Unicast	Synchronisation Sntp

**Flux F : Liaison IP Codeurs Mavix / Moniteurs virtuels**

Source	Port	Destination	Port	Diffusion	Nature
Moniteur Virtuel	UDP/1000	Codeur	UDP/1000	Unicast	Supervision
Moniteur Virtuel	UDP/1000	239.1.1.1	UDP/1000	Multicast	Keep alive / Alertes
Codeur	UDP/1000	Moniteur Virtuel	UDP/1000	Unicast	Supervision
Codeur	UDP/1000	239.1.1.1	UDP/1000	Multicast	Keep alive / Alertes
Codeur	UDP/3000	Moniteur Virtuel	UDP/dynamique	Unicast	Flux vidéo 1 (si une seule demande)
Codeur	UDP/3004	Moniteur Virtuel	UDP/dynamique	Unicast	Flux vidéo 2 (si une seule demande)
Codeur	UDP/3008	Moniteur Virtuel	UDP/dynamique	Unicast	Flux vidéo 3 (si une seule demande)
Codeur	UDP/3016	Moniteur Virtuel	UDP/dynamique	Unicast	Flux vidéo 4 (si une seule demande)
Codeur	UDP/3000	232.xx.xx.xx	UDP/3000	Multicast	Flux vidéo 1 (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/3004	232.xx.xx.xx	UDP/3004	Multicast	Flux vidéo 2 (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/3008	232.xx.xx.xx	UDP/3008	Multicast	Flux vidéo 3 (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/3016	232.xx.xx.xx	UDP/3016	Multicast	Flux vidéo 4 (si plusieurs demandes)
Codeur	UDP/3001	Moniteur Virtuel	UDP/dynamique	Unicast	Flux Audio (si une seule demande)
Codeur	UDP/3001	232.xx.xx.xx	UDP/3001	Multicast	Flux Audio (si plusieurs demandes)

- **Flux G : Liaison IP Serveur de diffusion Intranet / Serveur d'encodage Intranet**

Source	Port	Destination	Port	Diffusion	Nature
Serveur de diffusion Intranet	TCP	Serveur d'encodage Intranet	8080	Unicast	Récupération flux vidéo

- **Flux H : Liaison IP Serveur « Backup » / Serveur de diffusion Intranet**

Source	Port	Destination	Port	Diffusion	Nature
Serveur de Backup	TCP	Serveur de diffusion Intranet	80	Unicast	Management application de diffusion

- **Flux I : Liaison IP Serveur d'encodage Internet / FAI**

Source	Port	Destination	Port	Diffusion	Nature
Serveur d'encodage Internet	TCP	Serveur de diffusion FMS 3.5 du FAI	80	Unicast	Envoi des flux encodés vers le serveur de diffusion Internet FMS 3.5

- **Flux J : Liaison IP Serveur de diffusion Intranet vers Intranet**

Source	Port	Destination	Port	Diffusion	Nature
Tous les utilisateurs	TCP	Serveur de diffusion Intranet	80/544/1755	Multicast	Diffusion des vidéos sur l'Intranet

- **Flux K : Liaison IP vers serveur de base de données MS SQL**

Source	Port	Destination	Port	Diffusion	Nature
Station de backup	TCP	PC Régie	1433	Unicast	Connexion MS SQL
Serveur de diffusion Intranet Serveur d'encodage Internet Serveur d'encodage Intranet	TCP	Serveur de base de données	1433	Unicast	Connexion MS SQL

## **Annexe 6 : Procédure de publication d'un flux vidéo pour Internet (extraits)**

### **Préambule**

Cette procédure (de 17 pages) a été écrite pour permettre aux personnes chargées de « la mise en ligne »<sup>78</sup> des vidéos de proposer un contenu accessible par la majorité des navigateurs web en utilisant les technologies HTML5 et Flash. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'encoder la vidéo « source » sous quatre formats différents.

De plus, cette procédure explique comment réaliser le menu d'indexation pour retrouver, ordonner et indiquer les points importants d'une vidéo pour l'utilisateur final

### **Encodage des fichiers vidéo**

#### ***1 - Récupération du fichier source***

Dans le cas d'une diffusion à la demande du conseil de communauté, récupérez sur le serveur diffusion-intra le fichier source. (\\diffusion-intra\D\REC\_S1\_INTRANET)

(En cas de problème, adressez-vous à la DSI pour faire une demande d'accès à ce serveur.)

Ensuite, sélectionnez le fichier du conseil à publier et copiez-le sur le poste d'encodage. Pour plus de facilité, ces fichiers portent dans leur nom, leur date de création.

#### ***2 - Encodage au format FLV***

L'encodage au format FLV est réalisé avec le logiciel « Adobe Media Encoder CS4 ». Il suffit de sélectionner les paramètres d'encodage : utilisez les paramètres nommés « Encodeur Internet FLV ». Cela correspond à un encodage avec le codec H264-AVC pour l'image et mp3 pour le son.

---

<sup>78</sup>Mise en ligne sur Internet uniquement.

### ***3 - Encodage au format MP4***

Il est nécessaire de faire deux encodages en Mp4 ; le premier à un débit adapté à une diffusion sur Internet, le second à un débit supérieur pour permettre ensuite un encodage au format « ogv » avec une application qui ne reconnaît pas le format ASF d'origine.

Pour faire ces encodages au format Mp4, utilisez le logiciel « HandBrake »

Deux profils d'encodage ont été enregistrés dans l'application : MP4 Internet et MP4forOGV.

### ***4 - Encodage au format OGV***

Utilisez le logiciel « Wtheora » présent dans le dossier « Encoder OGV » situé sur le « Bureau » pour encoder le fichier qui vient d'être transformé au format Mp4. Ce programme s'appuie sur ffmpeg2theora et nécessite de modifier seulement les débits d'encodage. Voici les propriétés du fichier vidéo du conseil d'octobre 2010 encodé en OGV.

C:\inetpub\wwwroot\20101022\20101022.ogv

Format	: OGG		
File size	: 574 MiB	Audio	
Duration	: 3h 26mn	ID	: 14266 (0x37BA)
Overall bit rate	: 389 Kbps	Format	: Vorbis
Writing application	: ffmpeg2theora-0.27	Format settings, Floor	: 1
SOURCE_OSHASH	: cc837c1d6f2dbf0b	Duration	: 3h 26mn
Video		Bit rate	: 50.0 Kbps
ID	: 21524 (0x5414)	Channel(s)	: 1 channel
Format	: Theora	Sampling rate	: 48.0 KHz
Duration	: 3h 26mn	Stream size	: 73.8 MiB (13%)
Bit rate	: 315 Kbps	Writing library	: libVorbis (Everywhere)
Nominal bit rate	: 337 Kbps		(20100325 (Everywhere))
Width	: 480 pixels		
Height	: 352 pixels		
Display aspect ratio	: 4:3		
Frame rate	: 25.000 fps		
Bits/(Pixel*Frame)	: 0.075		
Writing library	: Xiph.Org libtheora 1.1 20090822		
(Thusnelda			

#### ***4 - Encodage au format WebM***

Avec logiciel « Free Webm Encoder ». Sélectionnez le fichier généré en FLV afin de le convertir au format webm.

Le format Webm étant nouveau, il n'est pour l'instant pas possible de régler les paramètres de résolution et de qualité avec Free Webm Encoder. C'est pourquoi on utilise un fichier vidéo flv répondant déjà aux paramètres recommandés.

### **Réalisation des chapitres**

Le logiciel « Index\_XML » situé dans le dossier « Générateur XML » présent sur le « Bureau » a été créé pour permettre de générer les fichiers XML compatibles avec les solutions de diffusion Windows Media Services, Flash et HTML5.

Après avoir renseigné le nom du fichier vidéo source et son extension, il suffit de remplir dans la fenêtre « table de l'index » les champs « Titre » et « Description » et indiquer le « pointeur » de départ normalisé de la façon suivante : HH :MM :SS.

Le bouton « Générer XML » créé alors dans le dossier « XML » 3 fichiers de la forme « date\_flash.xml », « date\_html5.xml » et « date\_wms.xml »

### **Publication**

Publiez sur internet les vidéos du conseil en créant un dossier au nom de la vidéo et en mettant à l'intérieur:

- Les fichiers vidéos aux formats : flv, mp4, ogv et webm.
- Les deux fichiers XML : flash et HTML5
- Les fichiers relatifs au lecteur flash : flvprovider.php, phpsflvplayer.swf, playerProductInstall.swf et swfobject.js.
- Le fichier html ci-dessous, qui porte aussi le nom de la vidéo à publier, en précisant le nom des vidéos aux différents formats et en renseignant le nom des fichiers XML appelés.

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<script>
function failed(e) {
  // video playback failed - show a message saying why
  switch (e.target.error.code) {
    case e.target.error.MEDIA_ERR_ABORTED:
      alert('You aborted the video playback.');
```

```

      break;
    case e.target.error.MEDIA_ERR_NETWORK:
      alert('A network error caused the video download to fail part-way.');
```

```

      break;
    case e.target.error.MEDIA_ERR_DECODE:
      alert('The video playback was aborted due to a corruption problem or because the
video used features your browser did not support.');
```

```

      break;
    case e.target.error.MEDIA_ERR_SRC_NOT_SUPPORTED:
      alert('The video could not be loaded, either because the server or network failed or
because the format is not supported.');
```

```

      break;
    default:
      alert('An unknown error occurred.');
```

```

      break;
  }
}
</script>
<script type="text/javascript" src="swfobject.js"></script>
<script type="text/javascript">
  var attributes = {};
  var params = {};
  // for fullscreen
  params.allowfullscreen = "true";
  var flashvars = {};
  // the video file or the playlist file
  flashvars.file = "NomDeLaVidéo_Flash.xml";
  // the PHP script
  flashvars.streamscript = "flvprovider.php";
  flashvars.bufferlength = "0.05";
  // color Green
  flashvars.backcolor = "0x006600";
  flashvars.frontcolor = "0xFFFFFFFF";
  flashvars.lightcolor = "0xFFFFFFFF";
  // for thumb
  // Width and Height of the images in the playlist (new variables by
PhilFlash)
  flashvars.thumbsinplaylist = "true";
  flashvars.shuffle = "false";

```

```

        flashvars.thumbimagewidth = "1";
        flashvars.thumbimageheight = "100";
        // width and height of the player (h is height of the video + 20 for
controlbar)
        // required for IE7
        flashvars.width = "880";
        flashvars.height = "500";
        // width and height of the video
        flashvars.displaywidth = "640";
        flashvars.displayheight = "480";
        flashvars.autostart = "true";
        flashvars.showdigits = "true";
        // for fullscreen
        flashvars.showfsbutton = "true";
        // 9 for Flash Player 9 (for ON2 Codec and FullScreen)
        swfobject.embedSWF("phpsflvplayer.swf", "flashcontent", "880", "500",
"9.0.0", "playerProductInstall.swf", flashvars, params, attributes);
</script>
</head>
<body>
<div style="width:970px; height:500px; margin:auto;">
<div style="width:640px; height:480px; float:left">
<video id="video" width="640" height="480" controls autoplay onerror="failed(event)">
<source src="NomDeLaVideo.mp4" type="video/mp4" />
<source src="NomDeLaVideo.ogv" type="video/ogg" />
<source src="NomDeLaVideo.webm" type="video/webm" />
<div id="flashcontent"></div>
</video>
</div>
<div style="width:320px; height:479px; float:right; margin-left:5px;overflow:scroll;
border:solid 1px black;">
<script>
var video = document.getElementById("video");
</script>
<script type="text/javascript">
Nom = navigator.appName;
Version = navigator.appVersion;
if (Nom == 'Microsoft Internet Explorer' & Version <= '8')
{
}
else
{
if (window.XMLHttpRequest)
    { // code for IE7+, Firefox, Chrome, Opera, Safari
    xmlhttp=new XMLHttpRequest();
    }
else
    { // code for IE6, IE5
    xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
xmlhttp.open("GET", "NomDeLaVideo_HTML5.xml", false);

```

```

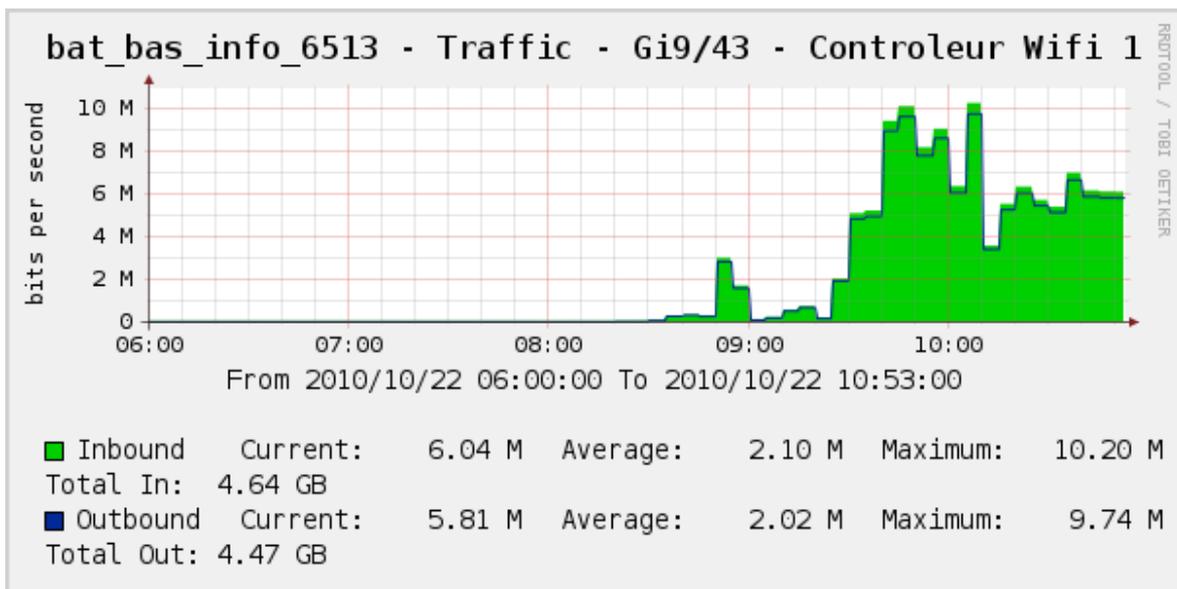
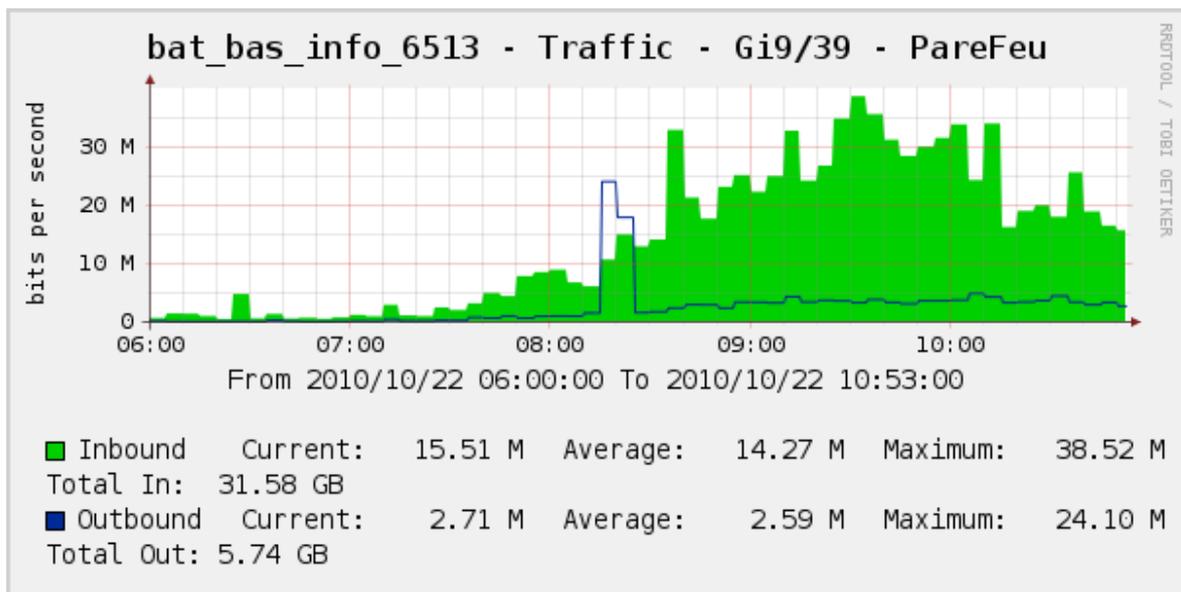
xmlhttp.send();
xmlDoc=xmlhttp.responseXML;
document.write("<table border='0' width='300' height='480' >");
var x=xmlDoc.getElementsByTagName("track");
for (i=0;i<x.length;i++) {
  document.write('<tr ><td>');
  //document.write(x[i].getElementsByTagName("creator")[0].childNodes[0].nodeValue);
  //document.write('</td><td>');
  //document.write(x[i].getElementsByTagName("title")[0].childNodes[0].nodeValue);
  //document.write("</td><td>");
  document.write('<button type="button" style="width:297px;"onclick="video.currentTime
='+x[i].getElementsByTagName("meta")[0].childNodes[0].nodeValue+';
">'+x[i].getElementsByTagName("creator")
[0].childNodes[0].nodeValue+'<br/>'+x[i].getElementsByTagName("title")
[0].childNodes[0].nodeValue+'</button>');
  document.write("</td></tr>"); }
document.write("</table>");
}
</script>
</div>
</div>
</body>
</html>

```

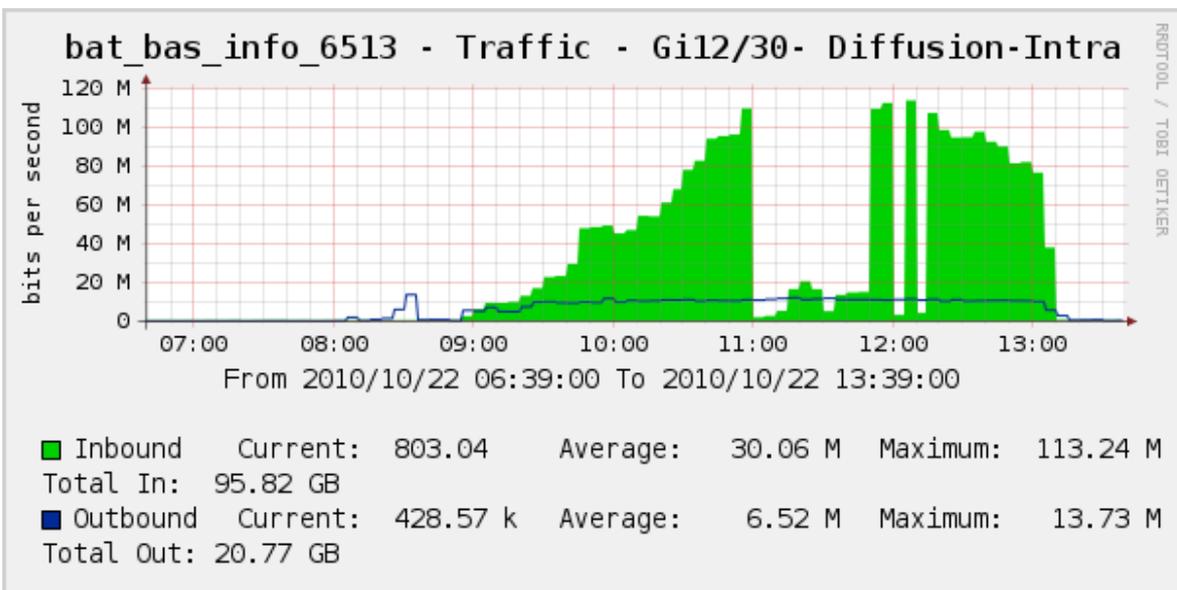
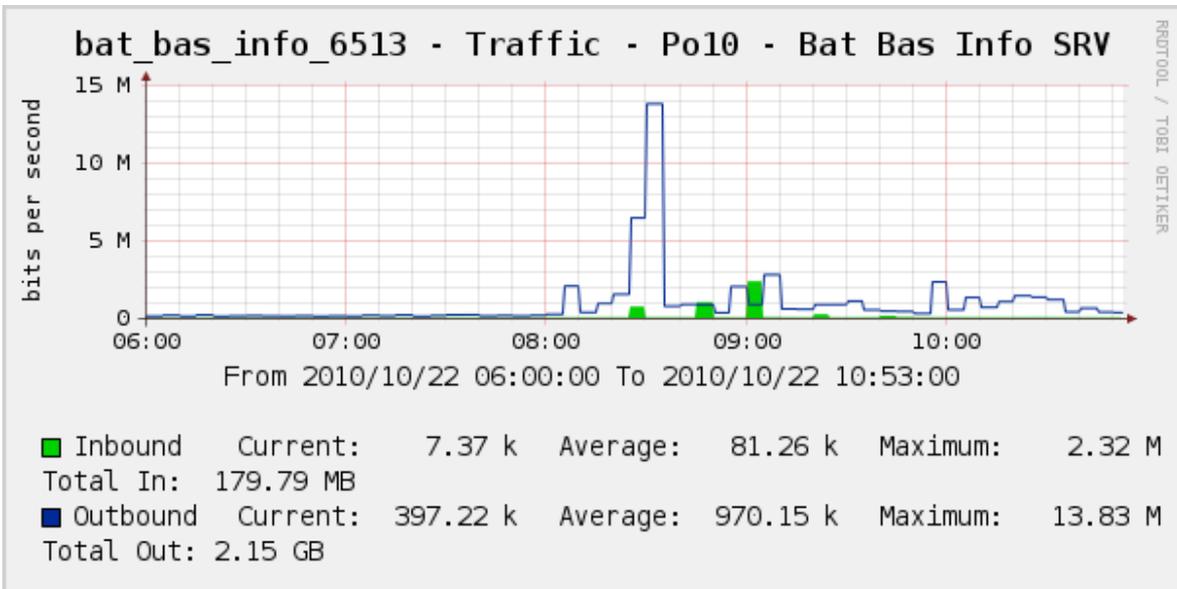
Pour finir, il suffit d'envoyer le dossier préparé sur le serveur Internet de diffusion et de pointer le lien sur le fichier html modifié.

## Annexe7 : La surveillance des infrastructures avec CACTI

Grâce à la solution CACTI<sup>79</sup>, les matériels réseaux et vidéo de la CUB sont surveillés. Les illustrations suivantes donnent l'état du trafic durant une séance du conseil : Trafic sur le parefeu (pour l'accès à Internet), trafic sur le contrôleur Wifi 1 (les élus en salle du conseil), trafic sur le Vlan serveur, trafic sur le serveur de diffusion de l'intranet.



<sup>79</sup> Cacti est un logiciel libre qui utilise le protocole SNMP pour récupérer des informations sur des matériels et afficher graphiquement l'activité souhaité. Cf <http://www.cacti.net/>



# La Vidéo-diffusion à la Communauté Urbaine de Bordeaux

**Mémoire d'Ingénieur C.N.A.M., Bordeaux 2011**

---

## **RESUME**

La vidéo-diffusion (VD/IP) permet à la Communauté Urbaine de Bordeaux de proposer un support d'information original aux administrés sur Internet et aux agents de la collectivité sur le réseau intranet.

La mise en œuvre de cette solution de « lecture en continu » nécessite un équipement de matériels et de serveurs dédiés, des logiciels spécialisés pour l'encodage et la diffusion des flux dans des formats vidéo adaptés et des règles appropriés à la qualité des réseaux sollicités, pour véhiculer les données avec des protocoles spécifiques.

Des choix des technologies de streaming retenues découle l'utilisation de lecteurs différents sur les postes clients et une adaptation particulière pour proposer des fonctionnalités innovantes autour de la vidéo à la demande.

**Mots clés : Vidéo-diffusion sur IP, lecture en continu ,vidéo à la demande, numérisation, encodage multi-débit , lecteur multimédia.**

---

**Key words : Streaming , Video On Demand, encoding, multiple bite-rate, media player.**