

# Osiris 2, objectif 99,9 %

## Un réseau fiable à très haut débit

Pascal Gris

Centre Réseau Communication, Université Louis Pasteur, Strasbourg  
Pascal.Gris@crc.u-strasbg.fr

Pierre David

Centre Réseau Communication, Université Louis Pasteur, Strasbourg  
Pierre.David@crc.u-strasbg.fr

### Résumé

*Le projet Osiris 2, initié en 2001, a pour objectif de répondre à un objectif de disponibilité de 99,9% pour le réseau de l'enseignement et de la recherche strasbourgeois. C'est un projet global et ambitieux qui a vu son aboutissement en 2005, et dont l'ingénierie a été entièrement assurée par l'équipe du Centre Réseau Communication de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.*

*Pour atteindre cet objectif, de nombreux investissements et actions ont été menés et réalisés à tous les niveaux depuis la couche physique jusqu'à la couche applicative.*

*Cinq actions principales ont été menées en parallèle : la mise en œuvre de la redondance de l'infrastructure optique métropolitaine ; le renouvellement de l'ensemble des équipements actifs du réseau et la mise en œuvre de nouveaux protocoles réseaux ; la sécurisation électrique et la climatisation de l'ensemble des locaux réseaux ; le renouvellement de l'ensemble des serveurs ; la mise en œuvre d'architectures sécurisées pour les services réseaux.*

*Cet article décrit les choix et les principes architecturaux retenus et fournit des indications de coût ainsi que des éléments sur l'organisation du projet.*

### Mots clefs

Réseau métropolitain, architecture, services, coût, fiabilité, redondance, disponibilité.

## 1 Introduction

Conçu en 1988, Osiris est le réseau de communication électronique pour l'enseignement supérieur et la recherche à Strasbourg et sa Communauté urbaine. Il rassemble 17 établissements et connecte par fibre optique plus de 110 bâtiments pour un total de 25 000 machines et 50 000 utilisateurs. Ce réseau est géré par le Centre Réseau Communication (CRC) de l'Université Louis Pasteur de

Strasbourg, pour le compte des établissements d'enseignement supérieur et de recherche strasbourgeois, qui ont défini un objectif fort en terme de disponibilité du réseau : 99,9 %, soit environ 8 heures d'interruption au maximum par an.

Le projet Osiris 2, initié en 2001, a pour objectif de répondre à cette exigence de disponibilité. C'est un projet global et ambitieux qui a vu son aboutissement en 2005. Il est constitué de 5 actions principales menées en parallèle :

- la mise en œuvre de la redondance de l'infrastructure optique métropolitaine ;
- le renouvellement de l'ensemble des équipements actifs du réseau et la mise en œuvre de nouveaux protocoles réseaux ;
- la sécurisation électrique et la climatisation de l'ensemble des locaux réseaux ;
- le renouvellement de l'ensemble des serveurs ;
- la mise en œuvre d'architectures sécurisées pour les services réseaux.

## 2 L'infrastructure optique

Depuis 1997, le CRC a suivi les nouvelles dispositions prévues par la loi sur les télécommunications et a construit une infrastructure privative de fibres optiques sur le territoire de la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS) afin d'interconnecter les campus.

### 2.1 La redondance de l'infrastructure

Dans le cadre du projet Osiris 2, cette infrastructure a été renforcée de manière à disposer d'un maillage suffisamment important pour faire face à une rupture de lien et à assurer une connectivité sans faille de l'ensemble des campus. Le renforcement de cette infrastructure optique aura nécessité d'importants travaux et plusieurs grands chantiers de génie civil ainsi que des coopérations avec différents acteurs institutionnels (CUS, hopitaux, etc.) et économiques. Aujourd'hui, l'infrastructure optique du réseau Osiris représente 61 kilomètres de génie civil à

travers la communauté urbaine de Strasbourg et 2800 kilomètres de fibre optique posée, ce qui est considérable.

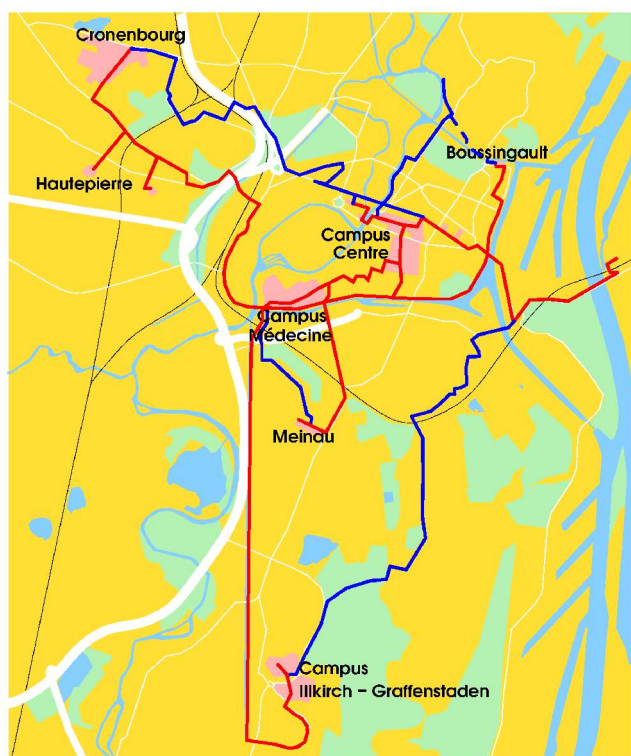


Figure 1 – Infrastructure optique du réseau Osiris

## 2.2 La supervision du réseau de fibres

Compte tenu du caractère privatif et de la dimension de l'infrastructure optique du réseau Osiris, le CRC a mis en place un dispositif de supervision du réseau de fibres optiques.

Il s'agit d'un réflectomètre optique qui réalise à intervalle de temps régulier (toutes les 10 minutes) et de manière continue des tests sur une boucle optique. Cette boucle est constituée d'un aboutement par soudure d'un brin de chaque câble optique de l'infrastructure Osiris.

Une mesure de réflectométrie est réalisée initialement pour chaque boucle optique. Cette mesure produit une courbe étalon qui est numérisée, stockée et annotée par des commentaires de l'expert pour chaque événement de la courbe (épissures, connecteurs, etc.). Le superviseur est ainsi capable de détecter les ruptures de liens, mais aussi les affaiblissements et les dégradations du signal optique par comparaison entre la mesure effectuée en temps réel et la mesure étalon de la boucle.

Ce dispositif permet dès lors de remonter automatiquement des alarmes majeures (coupure d'un câble) ou mineures (dégradation du signal) et d'en informer le CRC ainsi que la société en charge du contrat de maintenance et de remise en service du réseau optique en donnant des indications sur la nature et la localisation géographique de la panne au mètre près sur un plan. Les options du contrat sont une GTI de 24h (Garantie de Temps d'Intervention, c'est à dire le

temps maximum pour la détection et l'identification de la panne) et d'une GTR de 48h (Garantie de Temps de Réparation, c'est à dire le temps maximum de réparation effective de la panne).

Le superviseur de fibre optique est capable à la fois de surveiller une fibre inactive en exploitant une longueur d'onde de 1550 nanomètres ou un fibre active en exploitant une longueur d'onde de 1625 nanomètres.

Un ensemble de 6 boucles raccordées au superviseur est nécessaire pour superviser l'ensemble des câbles optiques du réseau Osiris.

## 2.3 Éléments de coût

Coût de l'infrastructure existante : 1,5 millions d'euros HT. Le montant investi dans le reboilage optique dans le cadre du projet Osiris 2 s'élève à 1,4 millions d'euros HT.

Acquisition du superviseur de fibre optique et mise en place de boucles optiques : 0,1 million d'euros HT.

## 3 Renouvellement des équipements réseau

Le renouvellement de l'ensemble des équipements actifs du cœur de réseau a été un constituant important du projet Osiris 2. Le renouvellement de ces équipements nous a permis d'assurer la migration du cœur de réseau ATM [1] vers un cœur de réseau gigabit Ethernet. Les 4 objectifs principaux du renouvellement des équipements actifs sont par ordre d'importance :

- améliorer la fiabilité et la disponibilité des équipements réseau ;
- augmenter le niveau de la sécurité par la mise en œuvre de capacité de filtrage en cœur ;
- proposer de nouveaux protocoles réseau avec une mention toute particulière pour IPv6 ;
- déployer un réseau performant à très haut débit (multi gigabits).

### 3.1 L'appel d'offres

Cette opération a commencé au début de l'année 2002 par une phase consacrée aux études de la nouvelle architecture réseau et à une première première évaluation financière du projet. C'est en avril 2003 que le CRC a publié l'appel d'offres restreint, dont la caractéristique principale est l'intégration d'un ensemble de tests afin d'évaluer les équipements proposés. Une première analyse des candidatures aura permis de retenir 5 candidats auxquels nous avons remis le CCTP détaillé.

Le dépouillement des offres a intégré les résultats des 21 tests réalisés sur des équipements proposés par les intégrateurs. Les tests ont été entièrement spécifiés dans le CCTP et ont été réalisés par l'équipe réseau du CRC en totale autonomie. Ils ont constitué un investissement considérable en ressources pour le CRC, tant sur le plan des ressources humaines (cinq ingénieurs et deux

techniciens à temps plein pendant six semaines durant l'été 2003) que sur le plan financier (acquisition de machines de test et divers équipements, location de générateur de trafic gigabit Ethernet).

Cette phase de tests et de maquettes a été une des caractéristiques essentielles de cet appel d'offres, elle nous aura permis de mettre en évidence des dysfonctionnements sur des équipements proposés par certains constructeurs comme par exemple :

- des incompatibilités entre équipements avec le Spanning Tree ;
- des temps de reboot excessifs (40 minutes) en présence de plusieurs milliers de filtres ;
- des dysfonctionnements de la fonction IGMP snooping avec plus d'une centaine de groupes multicast ;
- etc.

Ces tests nous ont donc permis de choisir le meilleur matériel dans l'environnement Osiris.

Le déploiement de l'ensemble des équipements réseau a été réalisé entièrement grâce aux ressources internes du CRC.

Il a commencé en décembre 2003 par une période de validation de bon fonctionnement d'un ensemble de 5 sites pilotes, pendant 8 semaines. La période de validation était constituée de deux étapes successives qui sont la VABF (Vérification d'Aptitude au Bon Fonctionnement) et la VSR (Vérification de Service Régulier). La VABF permet de vérifier la conformité et le bon fonctionnement matériel des équipements livrés. La VSR a pour objectif de valider les fonctionnalités ainsi que le fonctionnement global de l'architecture telle qu'elle avait été définie dans le cahier des charges.

La généralisation du raccordement de l'ensemble des bâtiments sur Osiris 2 a commencé en mars 2004. Le déploiement a été réalisé conformément à un cahier des charges rédigé par le CRC, diffusé aux correspondants réseau, en intégrant des contraintes :

- environnementales comme l'alimentation dédiée en énergie électrique, la mise en place des onduleurs, l'installation de climatisation, etc.
- de séparation du niveau de responsabilité entre le cœur de réseau Osiris et le réseau du bâtiment. Chaque Vlan de bâtiment est raccordé individuellement sur un port gigabit Ethernet du commutateur d'entrée de bâtiment Osiris de manière à réduire au strict minimum la configuration des équipements et de garantir une interopérabilité totale. Cette interconnexion est réalisée avec un cordon RJ45 de catégorie 6 fourni par le CRC.

Chaque raccordement de bâtiment a été précédé d'une pré-visite systématique du bâtiment afin de procéder à une mise en conformité du local réseau et de minimiser l'interruption de service lors de l'intervention de raccordement du bâtiment sur Osiris 2. Tous les raccordements ont été accompagnés :

- d'une procédure de validation, incluant des tests de performances ;

- de l'établissement d'un procès verbal d'installation en collaboration avec le correspondant réseau du bâtiment ;
- de la rédaction d'un document d'exploitation détaillé.

Le déploiement des équipements actifs s'est achevé en août 2004. Il a été réalisé au rythme de 4 bâtiments par semaine, ce qui, compte tenu de la dimension du réseau Osiris et de l'ampleur des interventions, représente un rythme soutenu pendant 6 mois.

### **3.2 Fiabilité et disponibilité des équipements**

Les équipements actifs ont été renouvelés par des équipements, que les fournisseurs classent dans la gamme « opérateurs », dans le but d'améliorer la fiabilité et la disponibilité du réseau. Ces équipements de « type opérateur » s'appuient sur des architectures et des dispositifs matériels internes redondants (modules, alimentations électriques, etc.) qui contribuent à assurer un fonctionnement continu. Tous ces équipements disposent systématiquement d'une double alimentation en énergie électrique ondulée et non ondulée.

Ces équipements (en particulier les routeurs) sont également caractérisés par une architecture interne où le plan de contrôle et le plan de traitement des données sont disjoints et où le système d'exploitation est modulaire avec des processus dédiés aux différentes tâches. Ces caractéristiques sont fondamentales, car elles garantissent à tout moment un accès aux équipements pour en assurer le contrôle et la supervision quel que soit le taux de charge du réseau en exploitation.

D'autres fonctionnalités contribuent encore à minimiser les interruptions de service et à améliorer le taux de disponibilité des équipements comme par exemple le « commit / roll back ». En cas de modification et de chargement d'une nouvelle configuration entraînant un dysfonctionnement du réseau, le « commit / roll back » est une facilité qui permet en particulier de revenir quasi-instantanément sur une des 50 dernières configurations d'exploitation.

Afin de garantir un accès à distance aux équipements réseau en cas d'attaque ou de perturbation grave sur le réseau d'exploitation, nous avons mis en place un réseau parallèle composé d'une infrastructure et d'équipements dédiés permettant l'accès aux équipements. Ce réseau de supervision « out of band » est composé de boîtiers disposant de ports série donnant l'accès aux équipements réseau à superviser via le port console. Ces boîtiers sont accessibles par l'intermédiaire d'un réseau Ethernet en utilisant des fibres optiques et des commutateurs Ethernet dédiés (eux-mêmes supervisés au même titre que les commutateurs Osiris en exploitation).

### **3.3 Une sécurité intégrée**

Les attaques informatiques en tous genres constituent de plus en plus une réelle menace pour l'infrastructure réseau

elle-même et sont une des causes principales qui ont affecté la fiabilité et la disponibilité du réseau Osiris antérieur.

De ce fait, nous avons fait le choix de retenir des équipements capables d'intégrer une grande capacité de filtrage et une grande richesse en terme de fonctionnalités.

Les équipements que nous avons retenus sont capables de gérer plusieurs dizaines de milliers de filtres indifféremment en IPv4 et en IPv6 sans dégradation de performances pour le traitement des flux.

### 3.4 Une architecture redondante

La nouvelle architecture du réseau Osiris s'éloigne du modèle classique qui consiste à s'appuyer sur des commutateurs-routeurs : nous avons fait le choix de séparer les fonctions de commutation et de routage.

La séparation des niveaux 2 et 3 permet de disposer d'équipements réseau dédiés et spécialisés qui offrent individuellement une plus grande richesse en terme de fonctionnalités. Cette séparation permet également de faciliter le diagnostic et le dépannage en cas de dysfonctionnements. Elle assure aussi une meilleure évolutivité et par conséquent une meilleure pérennité.

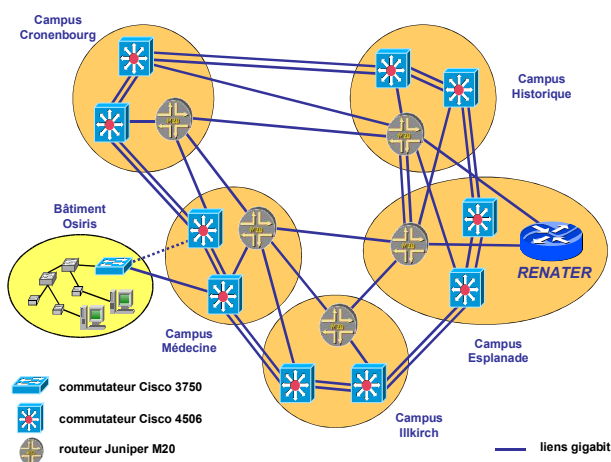


Figure 2 - Architecture du réseau Osiris

#### Principe

Les différents flux des bâtiments raccordés au Osiris sont collectés par un commutateur Ethernet d'entrée de bâtiment et transportés vers un commutateur Ethernet de concentration par l'intermédiaire de Vlan sur un lien gigabit Ethernet taggé IEEE 802.1q. Ces flux sont ensuite acheminés depuis le commutateur Ethernet de concentration vers le routeur de campus par des liens mono ou multi-gigabit « taggés ». Le transport des Vlans transversaux sur Osiris (Vlans distribués sur plusieurs campus) est assuré par les commutateurs de concentration interconnectés par un anneau aujourd'hui à 2 gigabits/sec.

Une étude est en cours pour offrir un double raccordement optique de l'ensemble des bâtiments vers les commutateurs de cœur de réseau situés sur des campus distincts et en empruntant des chemins physiques différents.

Un ensemble de 5 routeurs de campus interconnectés par des liens multi gigabit Ethernet maillés constitue le cœur du réseau Osiris. Le nombre de 5 routeurs est un compromis entre deux options d'architecture de routage, d'une part entre l'option de routage entièrement distribué à l'entrée de chaque bâtiment et d'autre part l'option de routage centralisé sur un seul routeur. L'architecture retenue permet de bénéficier des avantages des deux options, à savoir :

- la centralisation des configurations et de l'administration des équipements de « type opérateur » avec le support de nombreuses fonctionnalités,
- la distribution de la capacité de routage avec minimisation du risque de panne global.

Enfin, le nombre de 5 routeurs est parfaitement adapté à la topologie et à la configuration géographique des campus strasbourgeois car il permet d'optimiser au mieux l'utilisation des fibres optiques, abondantes sur les campus et limitées entre les différents campus.

Ces 5 routeurs permettent de router les protocoles IPv4 et IPv6 en mode natif pour chaque Vlan du réseau Osiris. La redondance du routage des flux IPv4 est assurée par un couple de routeurs primaire et secondaire situés sur des campus différents en utilisant le protocole VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) [2]. En cas de panne ou d'arrêt pour des raisons de maintenance d'un routeur primaire de campus, le service de routage IPv4 est ainsi assuré par le routeur secondaire avec un temps de reprise du routage de l'ensemble des Vlans (y compris avec les règles de filtrage) de l'ordre de la seconde. Les équipements ont été dimensionnés pour assurer cette redondance sans impact sur les performances pour l'ensemble des usagers du réseau Osiris. Actuellement, ce mécanisme n'est cependant pas encore disponible pour le protocole IPv6 car il n'existe pas de standard et que, par conséquence, cette fonctionnalité n'est pas encore implémentée par les constructeurs.

Afin de garantir une connectivité optimum vers le réseau Internet, le réseau Osiris possède un double accès gigabit Ethernet vers le routeur Renater depuis deux routeurs de cœur situés sur des campus différents. Le réseau Osiris dispose ainsi de deux peerings eBGP vers l'opérateur national, un peering principal et un peering de backup. La sélection du peering principal est assurée par l'annonce d'un attribut de type « MED » sur la session eBGP avec le routeur Renater pour indiquer le chemin privilégié. Le basculement du peering principal vers le peering de backup est assuré automatiquement en moins de 10 secondes.

Les deux routeurs de bordure du réseau Osiris apprennent l'ensemble des routes de l'Internet par une session eBGP avec le routeur de Renater. Les routes de l'Internet sont ensuite redistribuées à tous les routeurs Osiris par

l'intermédiaire d'un ensemble de sessions iBGP entre tous les routeurs Osiris (« full mesh »). Ainsi, la décision de routage des paquets IP peut être prise indépendamment par chaque routeur de cœur sans qu'il soit nécessaire de diffuser une route par défaut. L'utilisation de BGP sur le backbone Osiris permettra de faciliter l'intégration de technologies comme MPLS. La diffusion des routes pour joindre les sous-réseaux Osiris est assurée par le protocole de routage intérieur IS-IS, dont l'intérêt réside dans le fait qu'il est indépendant de la version du protocole IP (v4 ou v6).

### 3.5 Performances et évolutivité

Tous les équipements du réseau Osiris sont des équipements performants avec une capacité de traitement des informations non bloquantes. Ils possèdent des interfaces gigabit Ethernet et permettent des interconnexions mono ou multi-gigabit en utilisant la technique d'agrégation de liens IEEE 802.3ad. Cette architecture est évolutive et permet d'augmenter simplement les débits et les performances du réseau Osiris en fonction des besoins qui apparaissent.

### 3.6 Éléments de coût

L'ensemble des équipements actifs du cœur de réseau Osiris ont été renouvelés par des commutateurs Ethernet d'entrée de bâtiment (Cisco Catalyst 3750), des commutateurs de concentration (Cisco Catalyst 4506) et des routeurs de cœur gigabit Ethernet (Juniper Networks M20) pour un montant de 0,9 million d'euros HT.

## 4 Architecture des services

L'utilisation du réseau Osiris repose sur les services réseau qui constituent les éléments fondamentaux du système. En cas d'indisponibilité du système de nommage par exemple, le réseau semble être en panne, alors que l'ensemble des liens et des équipements réseaux sont opérationnels. Ces services réseaux deviennent dès lors critiques. Dans le but d'augmenter la disponibilité de ces services, le CRC a repensé et redéfini complètement l'architecture de ces services [3]. Le principe de cette architecture repose essentiellement sur deux caractéristiques qui sont la duplication physique des serveurs sur des campus différents et la mise en œuvre de protocoles qui utilisent des mécanismes de redondance dynamiques, rapides et performants.

### 4.1 DNS

L'existence et l'utilisation d'un DNS unique sur le réseau Osiris permet d'en faciliter l'administration et d'homogénéiser la configuration de l'ensemble des clients du réseau Osiris. Compte tenu de l'unicité du service de nommage et afin de contribuer à l'objectif de disponibilité maximum du réseau, le CRC a déployé une architecture redondante pour le DNS [4]. Cette architecture s'appuie sur deux serveurs DNS situés sur des campus différents

raccordés en gigabit Ethernet, dont la redondance est assurée par le protocole CARP (Common Address Redondancy Protocol). Ce protocole permet d'assurer la redondance d'une adresse IPv4 et IPv6 pour un serveur. Par défaut, l'un des serveurs est considéré comme primaire et actif, l'autre étant considéré comme secondaire en veille. En cas de défaillance du serveur primaire, le serveur secondaire détecte l'absence du serveur primaire et il devient instantanément actif et prend le relais pour assurer le service de résolution de nom pour les machines clientes du réseau Osiris.

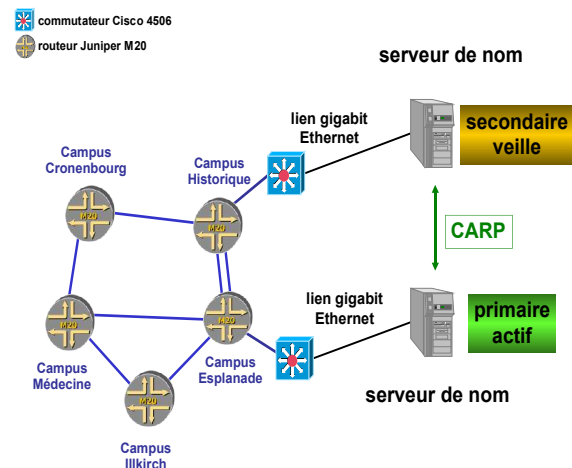


Figure 3 - Architecture DNS du réseau Osiris

### 4.2 Relayage de messages

La messagerie est une application réseau élémentaire mais néanmoins essentielle. C'est un outil de communication indispensable et vital pour tous les usagers du réseau et, de ce fait, elle intervient globalement au niveau de la disponibilité du réseau.

En conséquence, le CRC a mis en œuvre une architecture redondante pour le service de relayage de messages. Cette architecture s'appuie sur un ensemble de 8 serveurs répartis sur 2 campus distincts. Sur le réseau Osiris, un nom unique (mailhost.u-strasbg.fr) est déclaré dans le DNS avec 8 adresses IPv4 et 8 adresses IPv6 qui sont associées aux 8 serveurs. C'est grâce au mécanisme de « round robin » DNS (rotation des adresses IP pour le nom mailhost.u-strasbg.fr) que le service de relayage de messages est automatiquement distribué sur les 8 serveurs. Cette architecture est particulièrement performante car elle permet de distribuer dynamiquement la charge du service de relayage de messages et robuste, puisqu'un arrêt de l'un des serveurs que ce soit pour une raison de panne ou de maintenance n'aura aucun effet sur le service rendu, les clients SMTP essayant automatiquement les adresses suivantes dans la liste.

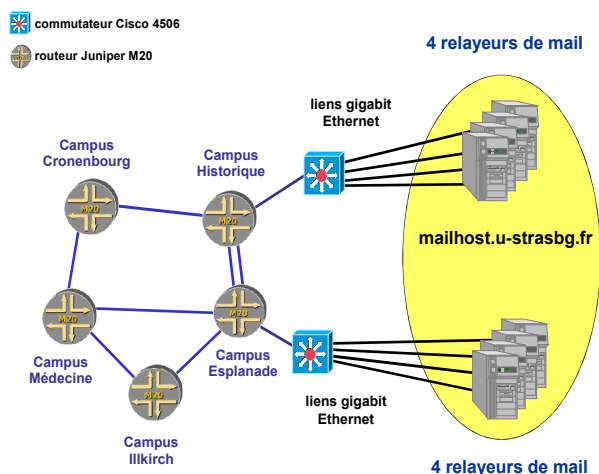


Figure 4 - Architecture du service de relayage de messages sur le réseau Osiris

## 5 Renouvellement des serveurs

De nombreux services, tels que le service de nommage, le service de relayage de messages, etc. sont nécessaires pour assurer le bon fonctionnement d'un réseau informatique.

### 5.1 Nouveaux serveurs

Ces services sont hébergés sur des serveurs qui ont été remplacés par des machines performantes et basées sur des architectures matérielles redondantes (alimentations électrique, disques, ventilateurs, etc.) et connectées en gigabit Ethernet sur le réseau Osiris.

L'ensemble du parc des serveurs a été intégré dans un contrat de maintenance avec une GTR (Garantie de Temps de Réparation) de 6h.

### 5.2 Éléments de coût

Le renouvellement des serveurs s'est élevé à 0,15 million d'euros HT.

## 6 Secours électrique et climatisation

Afin de garantir un fonctionnement optimal et continu des équipements réseau et des serveurs, des investissements lourds ont été réalisés pour améliorer les conditions environnementales des locaux réseau et des salles serveurs.

### 6.1 Sécurisation électrique

Le projet Osiris 2 a intégré la sécurisation électrique de tous les équipements réseaux de cœur ainsi que les serveurs. L'ensemble des équipements est doublement alimenté en énergie électrique par l'intermédiaire du réseau public et d'onduleurs.

Chaque nœud de cœur de réseau dispose ainsi d'une autonomie de 4 heures permettant une intervention pour la

résolution des pannes. Une action est en cours de réalisation pour alimenter les onduleurs des nœuds de cœur de réseau avec un générateur mobile dans le but d'éviter toute interruption de service sur le réseau Osiris. L'alimentation en énergie des onduleurs des nœuds de cœur de réseau par un générateur est assurée par un société extérieure avec un contrat d'intervention sous 4 heures, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

D'autre part, chaque équipement réseau d'entrée des 110 bâtiments raccordés en fibre optique au cœur, est alimenté par un onduleur administrable via le réseau, dont l'autonomie est suffisante pour transmettre une alarme vers le CRC en cas de coupure électrique.

## 6.2 Climatisation

Afin de garantir le fonctionnement optimal des équipements et serveurs réseau, de multiples travaux de climatisation ont été réalisés. Les capteurs de température interne des équipements sont utilisés pour la supervision du niveau de température dans les locaux réseau et les salles serveurs.

## 6.3 Éléments de coût

Le montant des travaux réalisés pour la sécurisation électrique de l'ensemble des locaux réseau, des salles serveurs et le renforcement de la climatisation dans ces locaux s'élève à 0,3 million d'euros HT.

## 7 Taux de disponibilité du réseau

L'objectif de 99,9% de disponibilité du réseau est resté au cœur de la démarche du CRC depuis 2002. Tous les mécanismes mis en œuvre (redondance optique, sécurisation environnementale, nouvelle architecture réseau, etc.) ont placé la disponibilité et la sécurité comme premières priorités. Il est nécessaire pour le CRC de disposer d'un outil de qualification et de mesure du taux de disponibilité du réseau afin de justifier les investissements qui ont été réalisés ainsi que les choix effectués dans le cadre du projet Osiris 2. La mise en place de cet outil est aujourd'hui un projet de développement important pour le CRC.

### 7.1 Définition de l'indicateur de qualité

#### Indicateur de qualité brut

L'indicateur de qualité brut d'un sous-réseau d'Osiris est la durée d'indisponibilité divisée par le temps total. L'indisponibilité est déterminée par interrogation périodique (toutes les minutes par exemple) de plusieurs serveurs situés sur le réseau Osiris. Si tous les serveurs sont indisponibles, le sous-réseau concerné est considéré comme indisponible.

### Indicateur de qualité net

L'indicateur de qualité net d'un sous-réseau d'Osiris correspond à la durée d'indisponibilité, défalquée des causes non imputables au CRC, divisée par le temps total.

Les causes non imputables au CRC sont :

- les problèmes environnementaux (panne électrique dans le bâtiment, température trop élevée dans le local réseau, etc.) ;
- les interventions programmées, en dehors de la plage d'exploitation normale du CRC (de 8h à 18h les jours ouvrés, hors périodes du 26 au 31 décembre et du 1 au 15 août pendant lesquelles ont souvent lieu les opérations lourdes de maintenance du réseau) ;
- les interruptions de service non prévues, en dehors des plages d'exploitation normale et d'astreinte ;
- la défaillance de fournisseurs externes (Renater, opérateurs, maintenance de constructeurs) au delà des spécifications des contrats mis en place.

### Indicateur de qualité global

L'indicateur de qualité d'Osiris est défini par la moyenne arithmétique des indicateurs de qualité nets des différents sous-réseaux.

## 7.2 Mesure automatique de l'indicateur

L'indicateur global sera construit à partir de chaque indicateur de sous-réseau. L'étude initiale nous conduit à mesurer chaque indicateur soit de manière centralisée (sur le serveur de qualimétrie), soit en utilisant les équipements d'entrée de bâtiment. Cependant, des contraintes techniques sont apparues après une analyse plus détaillée du projet :

- la sonde de mesure doit être placée au plus près du réseau du bâtiment dans l'espace d'adressage du Vlan concerné, et connectée au commutateur d'entrée de bâtiment ;
- la sonde de mesure doit être capable de mémoriser des informations même quand le serveur de qualimétrie est indisponible, pour pouvoir les restituer de manière sécurisée lorsque le fonctionnement redevient normal, ce qui implique que la sonde doit posséder un bon niveau d'intelligence.

Les informations de qualimétrie (brute, nette, globale) ainsi que les indicateurs de métrologie seront placés sur un site Web à destination des correspondants réseau de bâtiments. Un rapport sur l'indicateur de qualité global pourra être consulté.

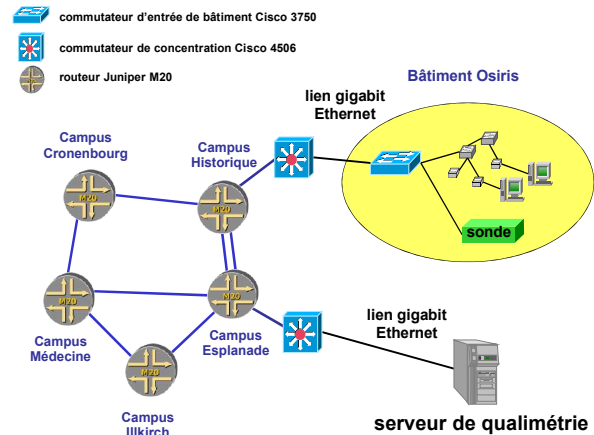


Figure 5 – Projet de mesure du taux de disponibilité du réseau Osiris

## 8 Conclusion

Les éléments détaillés dans cet article montrent l'ampleur du projet Osiris 2. Quelques raisons expliquent son succès.

Sur le plan politique, tout d'abord, l'objectif de 99,9 % de disponibilité fixé par les établissements partenaires Osiris était clair et le soutien extrêmement fort. Cette ligne directrice a été prolongée sur le plan économique par la mise à disposition des moyens nécessaires pour atteindre l'objectif.

Sur le plan humain, l'ensemble de l'équipe a très rapidement adhéré à l'objectif politique, et tous les membres, à quelque niveau que ce soit, se sont fortement impliqués dans le projet. Le succès d'Osiris 2 est le leur.

Sur le plan technique, le choix d'options innovantes et à l'époque peu répandues, telles que la séparation entre le routage et la commutation, a suscité de longues discussions d'architecture et des études poussées. Avec le recul d'une année d'exploitation, il apparaît que les choix effectués en 2002 étaient et demeurent pertinents.

Cependant, le projet n'est pas terminé.

Si la disponibilité est effectivement aujourd'hui au rendez-vous, il nous reste à le prouver par la mise à disposition d'indicateurs lisibles, fiables, et vérifiables. La mesure de l'indicateur de qualité Osiris est un projet restant à mener.

Le soleil ne se couchant jamais sur l'Internet, la mise en place d'astreintes pour les ingénieurs réseau du CRC constitue également une étape qu'il faudra franchir.

Enfin, l'équipe du CRC travaille actuellement sur un projet de Plan de Reprise d'Activité, pour faire face au niveau du réseau à des catastrophes graves dans les bâtiments de la dorsale, dont nous savons qu'elles peuvent arriver. Ce plan de reprise d'activité sera bien évidemment intégré dans le plan global de l'établissement.

Le projet Osiris 2 a constitué un projet motivant, où la dynamique d'une équipe soudée et compétente a joué un rôle moteur. Du point de vue de l'expérience personnelle,

nous avons sans doute trouvé là le point le plus enrichissant.

## **Bibliographie**

- [1] Pascal Gris, Article dans les *Actes du congrès JRES1999*, pages 29-35, Montpellier, Décembre 1999.
- [2] VRRP : <http://www.ietf.org/rfc/rfc3768.txt>
- [3] Philippe Pegon, Article dans les *Actes du congrès JRES2003*, pages 203-210, Lille, Décembre 2003.
- [4] CARP : <http://www.openbsd.org>