

# La supervision des services dans le réseau RENATER

François-Xavier Andreu  
RENATER  
andreu@renater.fr

Simon Muyal  
RENATER  
muyal@renater.fr

## Résumé

*Il est essentiel aujourd'hui d'avoir des applications permettant d'administrer la totalité des services déployés sur un réseau. Cet article décrit l'ensemble des outils et résultats disponibles au GIP RENATER et plus particulièrement les nouveaux outils apparus ces deux dernières années suite au déploiement des nouveaux services.*

*La supervision de l'état du réseau en temps, la topologie ainsi que les innovations dans la métrologie passive et active seront abordées. Pour supporter l'évolution des services (IPv6 et MPLS), un nouveau collecteur NetFlow sous licence GPL et compatible avec la version 9 du protocole de transport fut développé. La mise en place de sondes de mesures actives - pour mesurer la qualité du réseau et résoudre les problèmes de performance - est également un ajout majeur dans l'ensemble des moyens de supervision. Cette solution permet de répondre aux attentes des grands projets nécessitant ce type de mesures et aux besoins de la communauté en évaluant les performances de bout en bout. Certains outils (par exemple pour superviser les nouveaux services comme IPv6) sont créés aujourd'hui pour combler les lacunes des outils classiques qui reposent sur des standards en cours de normalisation à l'IETF. Outre les mesures extraites de l'observation réseau, certaines statistiques sont obtenues à partir des données administratives : des travaux ont été faits pour le service IPv6 pour connaître l'évolution de son utilisation.*

*Ces outils et informations permettent une connaissance globale des réseaux tels que nous les connaissons aujourd'hui. Mais une autre problématique se pose déjà avec l'accès aux fibres noires ou avec l'utilisation des classes de services dans MPLS.*

## Mots clefs

Supervision, métrologie active, métrologie passive, NetFlow, IPv6 ...

## 1 Introduction

La supervision est devenue un élément incontournable dans les réseaux. La mise en place d'outils permettant d'assurer l'administration globale d'un réseau est donc indispensable quelles que soient la taille et la nature du réseau. L'administration se décompose en plusieurs tâches

les unes aussi importantes que les autres : topologie, métrologie active et passive, statistiques...

Le déploiement d'un tel dispositif de supervision n'est vraiment justifié que si l'on attache de l'importance à l'analyse des résultats produits par ces outils. En effet, les outils sont capables d'offrir une information très variée et il faut savoir quelles sont les données pertinentes à retenir.

Dans RENATER, l'architecture principale de supervision est basée sur la collecte de données SNMP permettant d'obtenir principalement des données de quantification sur le trafic mais aussi des paramètres comme la charge des routeurs. L'analyse des flux est aussi réalisée au niveau du backbone pour avoir une vision plus poussée du trafic généré par la communauté RENATER. Toutes ces informations sont stockées dans une base de données.

Des innovations ont été apportées dernièrement sur cette architecture afin que tous les services soient supervisés : le développement d'un logiciel libre permettant la collecte et l'analyse des flux indifféremment du protocole utilisé (IPv4, IPv6, MPLS, multicast, etc.) ou encore la mise en place d'une offre de métrologie active déployée sur le backbone font partie des principales nouveautés dans ce domaine dans les deux dernières années.

D'autre part, la mise en production de nouveaux services tels qu'IPv6 s'est accompagnée du développement d'un ensemble d'outils permettant d'administrer finement ces nouveaux services ; l'objectif principal étant d'atteindre un niveau de supervision équivalent à celui d'IPv4 et d'intégrer ces outils à l'infrastructure déjà existante.

Ainsi, un portail unifié de supervision a été conçu afin de fédérer et classifier l'ensemble des applications de supervision utilisées dans RENATER. Ce portail est consultable via Internet et regroupe des outils décrivant la topologie du réseau, les divers outils spécifiques à la métrologie ainsi que les statistiques (<http://supervision-ipv6.renater.fr/private> [1]: une partie de ce site sera publique pour les JRES).

## 2 Topologie

Il est important d'avoir à tout moment une connaissance précise de la topologie d'un réseau. Afin d'avoir une vision d'ensemble du backbone RENATER, un outil développé au sein du GIP permet d'avoir une vue graphique des points de présence. Les équipements présents, les types



l'exploitation des nouveaux champs (adresse IPv6, numéro de LSP, etc.) fut obligatoire. Le collecteur a été entièrement réécrit et accepte les deux versions de NetFlow (v5 et v9). Dès le départ, il fut décidé que ce collecteur serait sous licence GPL, il est donc disponible pour les administrateurs de la communauté souhaitant l'utiliser (<http://pasillo.renater.fr/renetcol/> [2]).

Le collecteur offre différentes fonctionnalités telles que l'« accounting », la capture de flux d'après des signatures<sup>1</sup> sous plusieurs formats (sortie ASCII, MySQL ou binaire) et la visualisation des flux (toujours d'après des signatures) sur poste distant grâce à un client graphique. L'architecture est présentée sur la Figure 3.

Le NetFlow (ou équivalent) est indispensable pour obtenir des statistiques par AS ou préfixes pour des liens où le trafic d'une multitude de sites est mélangé. En effet sur de tels liens, les mesures SNMP (habituellement employées pour faire de l'« accounting ») ne permettent pas un tel niveau d'observation. L'observation temps-réel des flux permet d'investiguer les problèmes de sécurité et de routage.

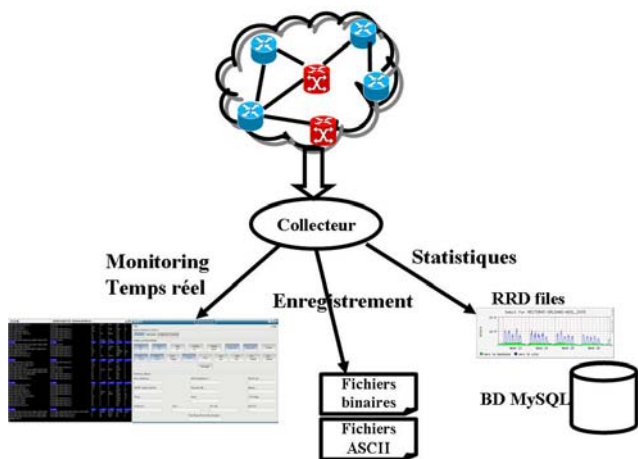


Figure 3 - Architecture du collecteur

Le format d'export NetFlow étant très souple, il a été décidé dès le début que le système de signatures du collecteur le serait également afin de sélectionner un flux d'après l'une de ses caractéristiques (adresses, taille du flux, protocole, numéro de LSP, etc.). Un flux (ou un ensemble de flux) peut donc être analysé par le collecteur suivant n'importe quelle valeur de ces champs, pour être enregistré dans un fichier, agrégé par AS et/ou préfixe vers une base de données et/ou des fichiers RRD, ou redirigé vers un des clients graphiques connectés au collecteur. Les signatures sont appliquées en permanence ou ponctuellement.

<sup>1</sup> Ou « fingerprint » permet l'identification d'un flux à partir de la valeur de certain de ses champs.

Le client graphique (développé en Python avec la librairie GTK) fonctionne sur Linux et Windows. Il permet de contrôler les signatures appliquées sur le collecteur à distance et d'observer en temps réel les flux souhaités en ne faisant apparaître sur la console que les champs souhaités (Figure 4).

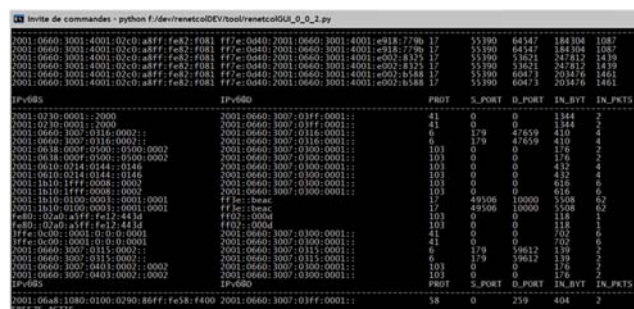


Figure 4 - Observation des flux en temps réel

### 3.2 Métrologie active

Le GIP RENATER avait présenté lors de la dernière session des JRES un article sur l'étude des mesures actives sur un backbone. Cette étude avait pour but d'évaluer les différentes solutions existantes afin de superviser la future mise en place de SLAs<sup>2</sup>. L'article avait montré que les types de mesures devaient répondre à de sévères règles en termes de précision, synchronisation, multiplicité des services et possibilités de mesures de bout-en-bout. Le GIP a depuis retenu et déployé sur le réseau national une de ces solutions qui vous est présentée ici.

Le réseau RENATER offre à la communauté d'enseignement et de recherche les services opérationnels suivants : IPv4, IPv6, MPLS, les classes de services (au nombre de 4) et le multicast IPv4. Les SLAs (non encore définis actuellement) doivent être respectés pour chacun de ces services ce qui engendre une multiplication des mesures. Par exemple la mesure du délai unidirectionnel doit être effectuée séparément pour le service IPv4 et pour le service IPv6 mais aussi en fonction des classes de services IP ou du service MPLS. Une même métrique est donc utilisée pour presque chacun des services. Les métriques correspondantes qui ont été retenues sont celles définies par le groupe IPPM<sup>3</sup> de l'IETF, ainsi que des métriques RTP<sup>4</sup>.

Lors de la précédente étude, nous nous étions confrontés à plusieurs problématiques :

- La précision des mesures : sur un backbone national les délais unidirectionnels entre les POPs<sup>5</sup> sont de l'ordre

<sup>2</sup> « Service Level Agreement »

<sup>3</sup> « IP Performance Metrics »

<sup>4</sup> « Real Time Protocol »

<sup>5</sup> « Point of Presence »

de quelques millisecondes. La précision de la mesure doit donc être d'environ 100µs.

- La synchronisation : une telle précision ne permet pas l'utilisation du protocole NTP<sup>6</sup> pour les mesures. L'emploi du GPS sur les sondes de mesures est quasi inévitable. Cela pose le problème physique de l'installation de l'antenne dans les POPs ainsi que le problème financier.
- La fiabilité du système d'exploitation : l'étude menée a démontré que l'estampillage des paquets sondes devait se faire au plus bas niveau, c'est-à-dire si possible au niveau de la carte réseau (possibilité de modification du driver) pour éviter les latences dues aux interruptions systèmes.

Le GIP RENATER a choisi de déployer la solution de la société QoSMetrics. Ces sondes répondent à toutes les problématiques auxquelles nous pouvons être confrontés lors de la mise en place d'une telle solution :

- Intégration d'une antenne GPS sur les sondes avec une carte PCI dotée d'un oscillateur compensé en température.
- Utilisation du protocole QTP<sup>7</sup> lors de la perte du signal GPS ou du non-emploi du GPS.
- Sondes non-équipées de disques durs (boot sur mémoire flash), ce qui permet d'éliminer certaines interruptions du système au milieu d'une mesure.
- Estampillage au niveau de la carte réseau.
- Gestion des protocoles IPv4, IPv6, Multicast et MPLS.

Les tests peuvent être configurés en mode continu ou en « burst », la taille des paquets est également paramétrable ainsi que le protocole de la couche transport.

La solution QoSMetrics a en outre été choisie car elle propose un système de mesures de bout-en-bout. En effet, l'administrateur d'un site RENATER peut effectuer une suite de mesures avec la sonde de son choix en téléchargeant une applet depuis le serveur central. Les résultats sont enregistrés dans la base de données du système mais également envoyés par mail à l'utilisateur. Ces mesures permettent d'avoir des données à partir du poste, qui peut poser problème, jusqu'au cœur du réseau national. Outre des mesures IPPM, l'applet donne des informations sur le poste client comme le système d'exploitation utilisé et la taille des « buffers » du protocole TCP. Ces données, qui ne sont pas toujours disponibles facilement, sont essentielles car elles permettent dès la première phase d'investigation d'éliminer le poste client de la liste des causes possibles.

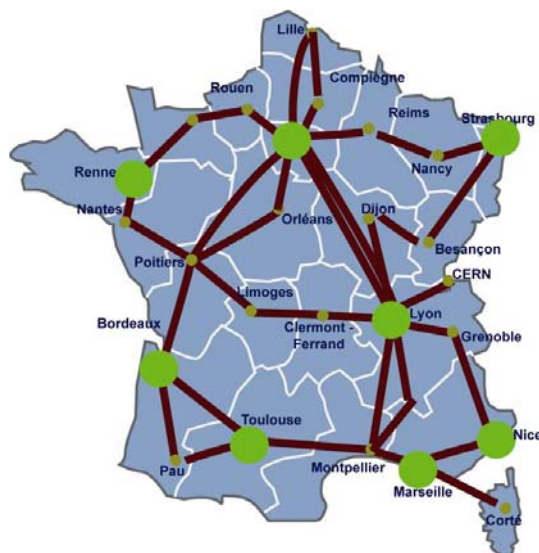


Figure 5 - Positions des sondes sur le backbone

L'emplacement des sondes sur le backbone est décrit sur la Figure 5. La répartition des sondes a été choisie en fonction du routage et des projets éventuels nécessitant de telles mesures au niveau du réseau. Le type de raccordement des sondes varie en fonction des POPs comme le montre la Figure 6. Certaines sont raccordées directement sur le routeur, d'autres sont raccordées sur un switch lui-même raccordé en « up-link » sur le routeur. La sonde de Paris est particulière puisque dans les locaux du GIP RENATER (donc dans un site). Dans ce cas, les paquets sondes traversent un ou plusieurs équipements de plus et les valeurs dépendantes de cette sonde sont légèrement supérieures aux autres (colonne de Paris pour la gigue).

Les mesures sont actuellement définies à partir d'un scénario « full mesh » pour les deux protocoles IPv4 et IPv6. Chacune des sondes envoie des paquets vers toutes les autres en continu. Chaque minute, le serveur central collecte les résultats.

<sup>6</sup> « Network Time Protocol »

<sup>7</sup> « QoSMetrics Time Protocol »

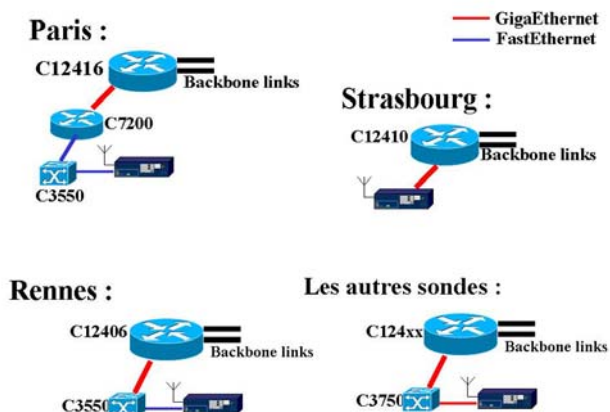


Figure 6 - Raccordement des sondes

Nous avons pu constater que les mesures effectuées pour les protocoles IPv4 et IPv6 sont sensiblement les mêmes (à quelques dizaines de microsecondes près). Certains délais peuvent toutefois être différents si le routage n'est pas le même pour les deux protocoles.

La mesure de la gigue démontre la stabilité des délais à travers le backbone. Ces mesures sont inférieures à 10µs sauf pour Paris mais cela s'explique par l'emplacement de la sonde qui se trouve dans les locaux du GIP RENATER et non dans un POP (colonne rouge sur la Figure 7).

**IPv4 Measurement**  
Date: 2005-09-09 15:22:00 ( history )

Delay (ms)	Nice	Strasbourg	Rennes	Marseille	Lyon	Paris	Toulouse	Bordeaux
Nice	/	11.09	12.44	1.42	4.71	9.54	3.65	-
Strasbourg	11.03	/	14.31	9.29	6.58	4.00	9.60	-
Rennes	8.94	14.35	/	7.55	8.26	4.88	5.40	4.06
Marseille	1.43	9.42	7.57	/	3.33	6.69	2.26	-
Lyon	4.52	6.15	7.79	2.77	/	4.32	3.09	-
Paris	7.50	3.65	4.41	7.29	4.57	/	5.46	-
Toulouse	3.57	9.55	5.33	2.17	3.46	5.72	/	1.53
Bordeaux	-	-	3.92	-	-	-	1.46	/

Jitter (ms)	Nice	Strasbourg	Rennes	Marseille	Lyon	Paris	Toulouse	Bordeaux
Nice	/	0.01	0.02	0.00	0.01	0.08	0.01	-
Strasbourg	0.01	/	0.02	0.00	0.00	0.08	0.01	-
Rennes	0.01	0.01	/	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01
Marseille	0.00	0.00	0.01	/	0.00	0.07	0.00	-
Lyon	0.01	0.00	0.02	0.00	/	0.09	0.01	-
Paris	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	/	0.05	-
Toulouse	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	/	0.00
Bordeaux	-	-	0.01	-	-	-	0.01	/

Pkts Loss	Nice	Strasbourg	Rennes	Marseille	Lyon	Paris	Toulouse	Bordeaux
Nice	/	0	0	0	0	0	0	-
Strasbourg	0	/	0	0	0	0	0	-
Rennes	0	17	/	0	0	0	1	0
Marseille	0	0	0	/	0	0	0	-
Lyon	0	0	0	0	/	0	0	-
Paris	0	0	0	0	0	/	0	-
Toulouse	0	0	0	0	0	0	/	0
Bordeaux	-	-	0	-	-	-	0	/

Min & Max Hop	Nice	Strasbourg	Rennes	Marseille	Lyon	Paris	Toulouse	Bordeaux
Nice	/ / /	616	818	313	414	818	515	- / -
Strasbourg	616	/ / /	818	515	414	717	616	- / -
Rennes	919	818	/ / /	818	616	818	616	515
Marseille	313	515	818	/ / /	313	717	414	- / -
Lyon	414	414	616	313	/ / /	616	414	- / -
Paris	818	717	818	717	616	/ / /	919	- / -
Toulouse	515	616	616	414	414	818	/ / /	313
Bordeaux	- / -	- / -	515	- / -	- / -	- / -	313	/ / /

Figure 7 - Mesures IPPM (IPv4)

Le trafic généré peut être défini avec le champ DSCP souhaité, permettant ainsi de mesurer les délais, giges et

pertes de paquets en fonction des classes de services déployées sur le réseau. Les sondes ont également la capacité de s'abonner à une diffusion multicast en RTP et d'analyser la qualité des flux audio et vidéo en temps réel.

La solution mise en place sur le réseau RENATER est aujourd'hui opérationnelle. Les résultats sont publics et peuvent être obtenus sur le nouveau site web du GIP RENATER (rubrique réseau puis métrologie). La supervision du respect des SLAs est devenue aujourd'hui une des préoccupations des opérateurs et même si l'on est encore dans la première phase, de nombreux opérateurs ont déployé de telles solutions comme DFN (le réseau allemand de la recherche) ainsi que GÉANT (le réseau européen de la recherche) et de nombreux opérateurs asiatiques.

### 3.3 Métrologie pour les nouveaux services : IPv6

Nous avons vu que des procédures classiques telles que l'interrogation de MIBs sont utilisées dans RENATER. Cependant, pour le service IPv6, les MIBs ne sont pas complètement standardisées au niveau de l'IETF, entraînant ainsi un retard au niveau des constructeurs. Ce retard est surtout présent au niveau des compteurs de trafic.

En effet, l'IETF a eu une première approche en normalisant des MIBs IPv4 et IPv6 de façons indépendantes (RFC 2465 [3]). Des RFCs décrivant de manière spécifique les MIBs IPv6 ont ainsi vu le jour. Cependant, cette approche implique une gestion indépendante des protocoles IPv4 et IPv6. En conséquence, l'IETF a décidé de définir une MIB unifiée, qui décrit la structure de l'adresse IP et la rend compatible avec toutes les versions d'IP (RFC4001 [4]). Un champ "IP ADDRESS" a été ainsi défini ayant une structure composée de deux éléments. Le premier champ permet de différencier le type d'adresses (IPv4 ou IPv6). Le deuxième champ est une chaîne de caractères à longueur variable.

Les RFCs qui doivent prendre en compte ces modifications sont en cours d'édition. Hormis quelques constructeurs qui commencent à implémenter des drafts portant sur ces MIBs, la plupart est dans l'attente d'une normalisation complète.

RENATER a ainsi développé des outils pour combler ce manque provisoire au niveau des MIBs et superviser le service IPv6 de manière égale aux autres services : un outil permet de connaître le trafic IPv6 qui transite dans le backbone de RENATER. Cette application est basée sur des connexions SSH et des « Command Line Interface » (CLI). Du fait que certaines procédures développées ne sont pas standard, la précision des mesures reste plus faible qu'en IPv4. En effet, les limites que les connexions SSH entraînent (charges CPU, temps de connexion) font que les équipements sont interrogés toutes les heures contrairement aux requêtes SNMP qui se font

généralement toutes les cinq minutes. L'information collectée sur les routeurs est stockée dans la base de données réservée aux outils de supervision. Le résultat est affiché au travers d'une interface Web sous forme de Weather-MAP actualisée toutes les heures. Il est aussi possible de consulter l'historique des mesures de trafic IPv6 via une autre interface Web.

## 4 Routage

Les outils concernant la supervision du routage sont importants pour déceler des incidents et vérifier que la politique de routage est conforme. Ainsi, l'outil NetFlow permet de détecter des boucles de routage.

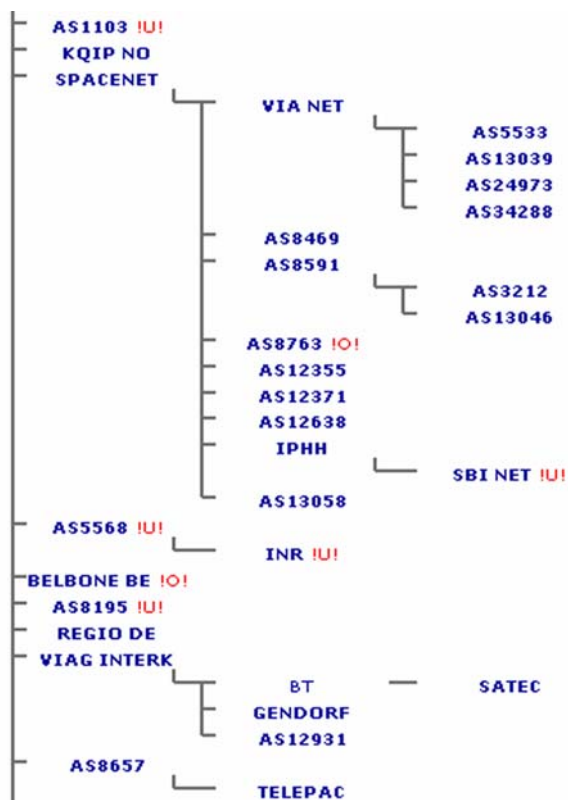


Figure 8 - ASPath-Tree

Un autre outil a été mis en place afin d'affiner et contrôler la politique de routage IPv6. En effet, lors de la mise en production d'IPv6, la question d'avoir une politique de routage calquée à celle d'IPv4 s'est posée. ASPath-tree a permis de tester plusieurs configurations et déterminer quel était le choix à adopter vis-à-vis des partenaires internationaux raccordés à RENATER. Cet outil permet aujourd'hui de voir si des anomalies sont présentes dans les tables de routage BGP. Basé sur des captures régulières de la table BGP IPv6, ASPath-tree génère automatiquement un ensemble de pages HTML fournissant une vue

graphique des chemins d'AS sous forme d'arbre. De plus, il permet la détection des entrées anormales de routes annoncées par BGP (les préfixes interdits ou non agrégés), des numéros d'AS erronés (réservés ou privés) et fournit un ensemble d'informations complémentaires comme le nombre de routes ou encore le nombre d'AS dans la table de routage. Un des grands avantages de cet outil est qu'il suffit d'interroger un seul équipement pour avoir une vision globale de la politique de routage dans le backbone (Figure 8).

## 5 Les statistiques

Les statistiques restent le meilleur moyen d'observer l'évolution du réseau. Le déploiement d'IPv6 s'étant poursuivi pendant l'année 2005, il était important de mettre en place les outils permettant de suivre cette évolution : nombre de sites raccordés, régions ayant déployé ce service... Un outil couplé au nouveau système d'information SAGA (Service d'Aide à la Gestion des Agréments) permet de faire ce suivi. Les informations concernant les sites sont récupérées quotidiennement sur les équipements du backbone et comparées à celles de SAGA. Il est ainsi simple de repérer des incohérences et de tracer l'évolution des sites raccordés.

Le nombre de réseaux de collecte fournissant un service IPv6 a plus que doublé pendant la dernière année. Actuellement, 16 réseaux de collecte permettent à une soixantaine de sites d'avoir une connectivité IPv6 native (Figure 9).

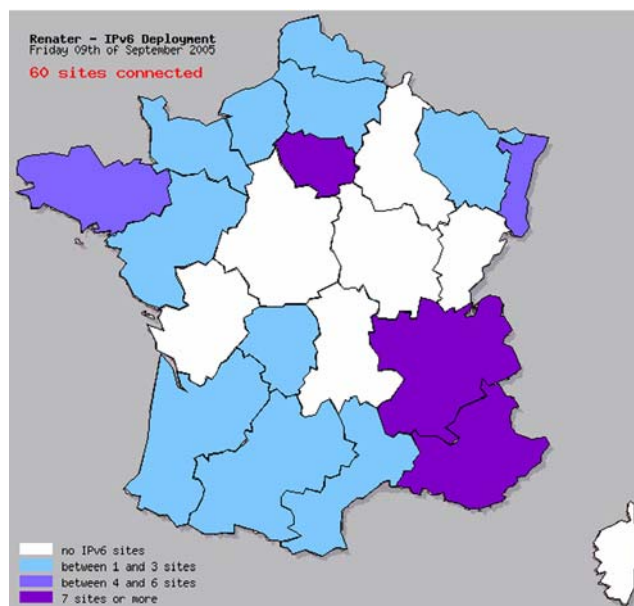


Figure 9 - Répartition des sites IPv6 par région

## 6 Conclusion

Le GIP RENATER fait constamment évoluer ses outils d'administration du réseau pour intégrer les nouvelles technologies et services en production. La centralisation de ses informations est utile au jour le jour pour les administrateurs. Cependant pour une meilleure visibilité des services vis-à-vis de la communauté RENATER, une partie de ces informations est disponible sur notre site Internet. Notons que les technologies émergentes comme la fibre noire font apparaître de nouveaux défis dans ce domaine.

## Bibliographie

- [1] <http://supervision-ipv6.renater.fr/private>
- [2] <http://pasillo.renater.fr/renetcol>
- [3] RFC 2465 - Management Information Base for IP Version 6: Textual Conventions and General Group  
D. Haskin. December 1998
- [4] RFC 4001 - Textual Conventions for Internet Network Addresses. M. Daniele. February 2005

