

Réseau de l'Université Paris-Saclay

Philippe Auclair

Inra DSI-UA
Domaine de Vilvert
78352 Jouy-en-Josas

Résumé

L'Université Paris-Saclay regroupera prochainement, au sud de Paris, un nombre important d'établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche. Les systèmes d'information seront au cœur des processus d'animation scientifique, de gestion et de gouvernance de l'ensemble des activités de cette future université.

L'un des enjeux majeurs sera d'offrir un réseau de communication performant, sécurisé, avec des fonctionnalités de haut niveau. Outre l'interconnexion de l'ensemble des établissements, le réseau devra offrir un accès performant à plusieurs centres de calcul sur le campus ou à proximité, et devra être interconnecté de façon sécurisée avec RENATER et avec les réseaux de collecte d'Île de France.

Ce projet de réseau est caractérisé par une complexité particulière, dans plusieurs domaines :

- les processus de gouvernance commune doivent être mis en place entre les différents établissements ;*
- le projet est en interaction, sur le même territoire, avec des projets d'architecture immobilière et d'importants travaux de voirie, susceptibles de perturber gravement les liaisons actuelles ;*
- plusieurs réseaux existants, avec des technologies différentes, doivent être transformés en un réseau fédérateur, avec une architecture sécurisée ;*
- le financement du projet repose sur plusieurs sources d'investissements dont les « investissements d'avenir » ; l'élaboration du règlement financier, qui détermine les contributions de chacun des établissements, se révèle particulièrement complexe ;*
- les incertitudes sur les capacités d'investissement et sur les dates d'arrivée de certains établissements se répercutent sur le planning du projet.*

Après une description succincte du contexte et quelques informations techniques, l'article et la présentation porteront plus particulièrement sur ces éléments de complexité.

Mots-clefs

réseau de collecte, gouvernance, architecture réseau, conduite de projet

1 Contexte

L'IDEX¹ Paris-Saclay est le moteur d'une transformation majeure qui aboutira à la création dès 2014 d'une université de classe mondiale, l'Université Paris-Saclay qui sera constituée sous la forme d'un EPCS (établissement public de coopération scientifique) lui permettant de délivrer les diplômes : licence, master et doctorat. Cette opération est l'une des actions couvertes par les Investissements d'avenir². Elle est pilotée par la FCS (Fondation de Coopération Scientifique) du Campus Paris-Saclay.

Les objectifs prioritaires de l'Université Paris-Saclay sont :

- former et promouvoir les acteurs de demain en alliant formation par la recherche et culture de projet ;
- répondre aux exigences de la science fondamentale et aux défis scientifiques attachés aux grands enjeux

1. Les initiatives d'excellence (IDEX), sont des projets français de recherche scientifique destinés à « faire émerger en France cinq à dix pôles pluridisciplinaires d'excellence d'enseignement supérieur et de recherche de rang mondial ».

2. Le grand emprunt 2010, ou Investissements d'avenir, est un emprunt lancé par l'État français sur les marchés financiers en 2010.

sociétaux et à l'émergence de nouvelles thématiques ;

- assurer un lien « organique » entre résultats de la recherche et stratégie d'innovation ;
- contribuer au rayonnement international de la France en matière de recherche, d'enseignement supérieur et d'innovation, en situant le territoire universitaire de Paris-Saclay transformé dans les dix premiers mondiaux au classement de Shanghai.

Les membres participant à la FCS du campus Paris-Saclay sont :

- | | | |
|------------------------|--------------------------|---|
| ■ AgroParisTech | ■ ENSTA ParisTech | ■ ONERA |
| ■ CEA | ■ HEC Paris | ■ Supélec |
| ■ CNRS | ■ IHES | ■ Systematic Paris-Region |
| ■ École Centrale Paris | ■ INRA | ■ Université Paris-Sud |
| ■ ENS Cachan | ■ INRIA | ■ Université Versailles-Saint-
Quentin-en-Yvelines |
| ■ École Polytechnique | ■ Institut Mines Télécom | |
| ■ ENSAE ParisTech | ■ IOGS | |

L'université rassemblera à terme 10 500 chercheurs et enseignants chercheurs, 5 700 doctorants, 48 000 étudiants.

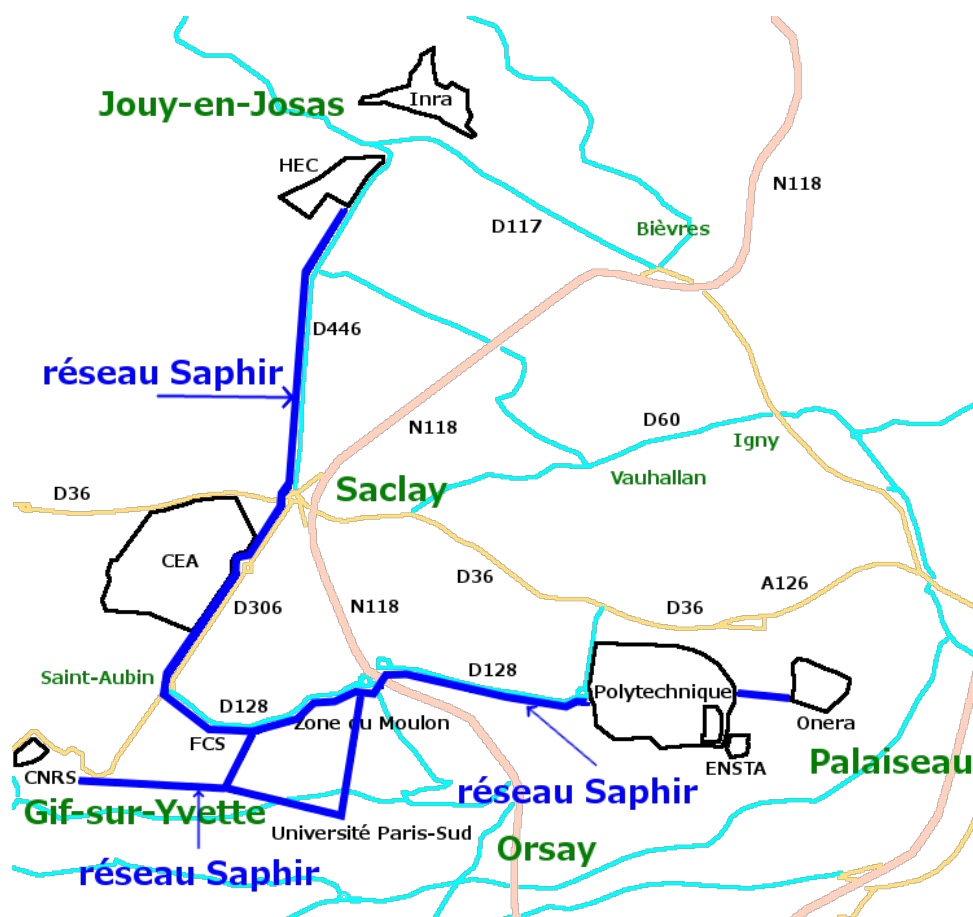


Figure 1 - Carte de la zone couverte par le réseau de l'Université Paris-Saclay

2 Infrastructure

2.1 Situation actuelle

À l'origine du projet, quatre réseaux de collecte sont présents sur le plateau de Saclay :

- le réseau SAPHIR a une couverture large, bordée par Polytechnique à l'est, HEC au nord, le CNRS à l'ouest et l'Université Paris-Sud au sud ;
- le réseau PLANET dessert le campus de l'Université Paris-Sud sur Orsay et Bures-sur-Yvette, et certains établissements situés sur la zone du Moulon (Supélec, Inra Moulon) ;
- le réseau RUBIS est présent sur la limite est du plateau de Saclay ; il dessert l'ONERA Palaiseau ;
- le réseau ROYAL dessert les Yvelines, et il est limitrophe au réseau SAPHIR sur la commune de Jouy-en-Josas où il dessert l'Inra (les deux réseaux sont connectés).

2.2 Objectifs

La FCS s'est fixé l'objectif de créer un réseau d'infrastructure numérique unique pour l'ensemble des organismes, établissements et laboratoires de l'Université Paris-Saclay.

Les fonctionnalités requises pour ce réseau sont les suivantes :

- liaisons haut débit entre les établissements de l'Université Paris-Saclay ;
- accès RENATER ;
- accès aux centres de calcul IDRIS (Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique), CCRT (Centre de Calcul Recherche et Technologie) ;
- interconnexion avec les réseaux d'Île de France.

La gouvernance du réseau sera assurée par la future Université Paris-Saclay.

La maîtrise d'ouvrage du projet de mise en place du réseau est assurée par la Fondation de Coopération Scientifique.

La description des services et de l'organisation de la maîtrise d'œuvre du réseau font partie du projet.

L'Université Paris-Saclay a également l'objectif de se doter d'un ensemble cohérent de services applicatifs « riches ». Le Schéma Directeur des Services Numériques Mutualisés est un projet distinct du projet de réseau. Il fixe les orientations stratégiques, notamment pour les fonctionnalités suivantes : WiFi, visioconférence, fédération d'identités, téléphonie, outils collaboratifs...

2.3 Principes d'architecture

Les principes que doivent respecter l'architecture du réseau sont les suivants :

- disposer d'une boucle à haut débit évolutive et connectée de façon sécurisée à RENATER ;
- permettre à chaque partenaire de choisir son mode de connexion en fonction de ses besoins et de ses moyens ;
- permettre l'évolution du réseau pour faire rapidement face à de nouveaux arrivants ou à des besoins spécifiques limités dans le temps.

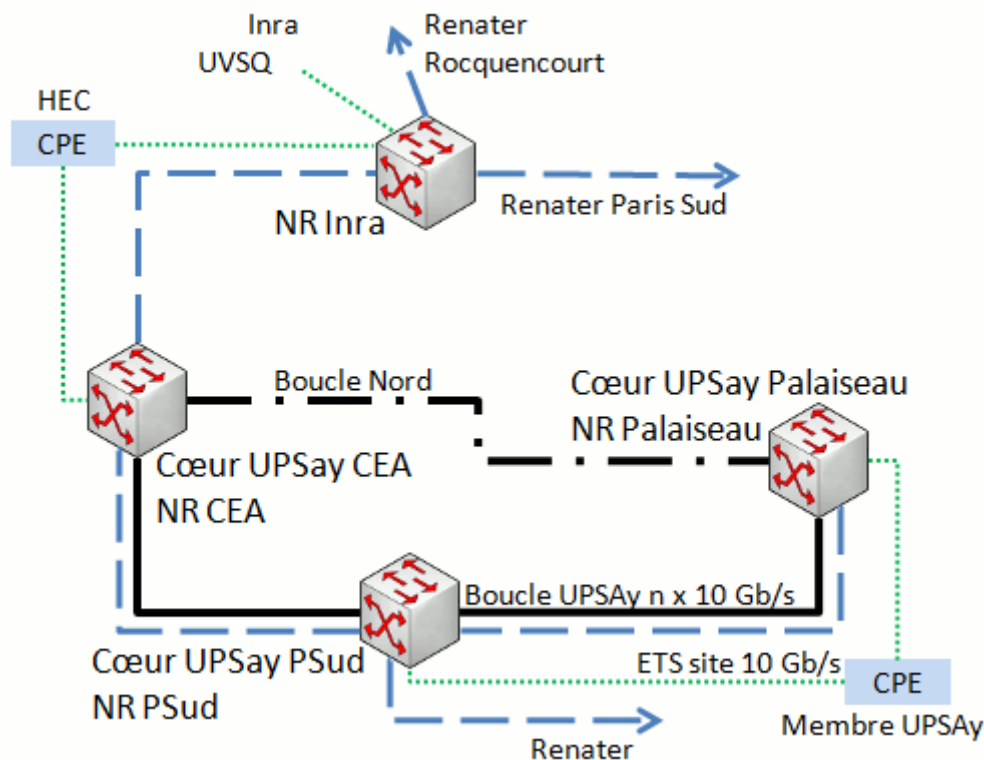


Figure 2 - Schéma de principe d'architecture du réseau de l'Université Paris-Saclay

Parmi les technologies pressenties, nous citerons :

- connexion des sites en double accès (vers deux nœuds primaires) ;
- fibres optiques noires ;
- multiplexage en longueur d'onde sur certains segments ;
- débits de plusieurs dizaines de Gb/s.

2.4 Conduite du projet

2.4.1 Démarches préalables

Une première étude sur le besoin d'une infrastructure numérique mutualisée a été commanditée par l'EPPS (Établissement Public Paris-Saclay) et la CAPS (Communauté d'Agglomération du Plateau de Saclay). Elle a été menée par le cabinet de conseil SETICS, de juillet 2011 à janvier 2012. Puis une deuxième étude a été confiée à Panache Conseil.

Un travail sur les priorisations a été effectué par le groupe de pilotage réseau numérique de février à juin 2012.

Une étude économique a été conduite en partenariat avec RENATER, de juillet à octobre 2012.

Le groupe projet « Comité Technique Réseau » a été mis en place en février 2013.

2.4.2 Méthode de travail

L'instance décisionnelle du projet de réseau de l'Université Paris-Saclay est le comité IDEX, constitué des présidents ou des directeurs d'établissements.

La validation des propositions fonctionnelles et techniques est effectuée par le comité technique composé de représentants techniques de la plupart des établissements.

Le chef de projet stratégique présente au comité IDEX les propositions validées par le comité technique.

L'élaboration détaillée des propositions est réalisée en grande partie par un chef de projet fonctionnel et un chef de projet technique mis à disposition de la FCS par l'Université Paris-Sud, assistés, selon le sujet par des membres du comité technique.

Le travail le plus important consiste à définir l'architecture du réseau, la topologie des fibres optiques et des cœurs de réseau, les équipements de multiplexage et les équipements actifs à mettre en place. Pour ce travail, le chef de projet technique a bénéficié d'une forte contribution du représentant de l'École Polytechnique.

Le comité technique a validé la solution de confier l'administration et la supervision du réseau à un opérateur. Des contacts réguliers ont lieu entre les chefs de projet et RENATER, pour sa maîtrise du sujet, et aussi parce que RENATER est en mesure d'offrir ce service.

Les deux principaux réseaux en service, SAPHIR et PLANET, ont des contrats en cours, qu'il convient de suivre et d'adapter pour le nouveau réseau. Les chefs de projet effectuent ce travail avec les responsables de SAPHIR et de PLANET.

Les fonctionnalités avancées telles que le périmètre d'intervention et les fonctions de base du réseau (protocoles de routage, DHCP, DNS, etc.) seront étudiées au cours de l'année 2014.

3 Complexité

La complexité est l'une des caractéristiques de ce projet. Elle est présente dans plusieurs domaines.

3.1 Complexité organisationnelle

3.1.1 Gouvernances différentes entre réseaux

SAPHIR, qui couvre la partie nord, a un statut d'association. Les équipements actifs sont opérés par un prestataire externe. Les sites de certains membres utilisent seulement les fibres optiques, mais pas les équipements actifs.

PLANET dessert le campus de l'Université Paris-Sud et quelques sites de partenaires. Ce réseau est opéré par la Direction Informatique de l'université. Certaines fibres optiques appartiennent à SAPHIR.

Le statut du réseau ROYAL est une convention entre personnes publiques. Le site Inra de Jouy-en-Josas est à courte distance du site HEC de SAPHIR. Il héberge un point d'accès RENATER, pressenti pour contribuer au maillage du réseau Paris-Saclay.

RUBIS a un statut de convention entre personnes publiques. Sur la zone géographique du campus Paris-Saclay, RUBIS dessert le site de l'Onera. Certaines fibres de RUBIS sont utilisées par le réseau PLANET.

L'un des enjeux du projet de réseau de l'Université Paris-Saclay est l'élaboration d'un schéma de gouvernance cohérent, n'impliquant pas nécessairement la fusion complète des quatre réseaux.

3.1.2 Accès Internet

Les sites à raccorder au réseau appartiennent aux établissements participant à la future Université Paris-Saclay. L'accès Internet de ces établissements est assuré par RENATER. Certains établissements en sont « membres », d'autres « clients ». Cette situation pourrait évoluer en fonction des modalités d'intégration des établissements dans l'université.

D'autre part, il n'est pas exclu que des partenaires souhaitent raccorder leurs sites au réseau Paris-Saclay, en utilisant un fournisseur d'accès Internet différent de RENATER.

3.1.3 Convention d'adhésion au réseau

Tant que les établissements ne seront pas intégrés dans l'Université Paris-Saclay, ils devront adhérer à la gouvernance du réseau en signant une convention. Les modalités de gouvernance et d'adhésion évolueront certainement dans les premières années de la création de l'université.

3.2 Complexité des interactions

3.2.1 Travaux de génie civil

L'IDEX Paris-Saclay s'accompagne d'importants travaux d'infrastructure de transports, notamment un « TCSP » (Transport en Commun en Site Propre), une ligne de métro, et d'importants travaux d'aménagement des routes (notamment la RD36) et des ronds points. Ces travaux, pilotés par l'EPPS (Établissement Public Paris-Saclay), supprimeront certains segments de fibres optiques de SAPHIR et de PLANET, ce qui rendra nécessaire le dévoiement de certains tronçons, et la recherche de nouveaux cheminements. L'organisation et, dans certains cas, le financement de ces opérations, tout en maintenant les anciens réseaux en fonctionnement et en construisant le nouveau réseau, s'avèrent particulièrement délicats.

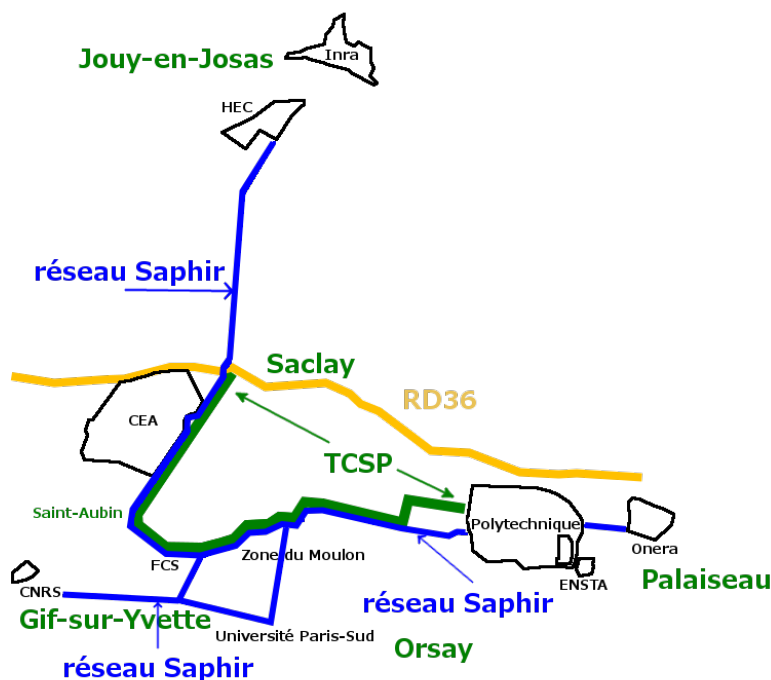


Figure 3 - Projet de Transport en Commun en Site Propre sur le plateau de Saclay

3.2.2 Projets d'architecture immobilière

L'aménagement de nouvelles voies est susceptible de modifier les points d'entrée du réseau dans les sites existants. D'autre part plusieurs établissements viendront s'installer progressivement dans de nouveaux bâtiments, dont la construction est pilotée par la Fondation de Coopération Scientifique. Le projet doit prendre en compte cette situation évolutive. Le réseau devra fonctionner avant l'installation de tous les sites, et prévoir les infrastructures physiques et logiques pour le raccordement des nouveaux sites.

3.2.3 Cohérence avec les réseaux existants

Les réseaux existants exploitent des équipements de constructeurs différents, avec des fonctionnalités différentes, et ces équipements ont des niveaux d'obsolescence différents. Certains équipements de sites seront peut-être utilisables sur le nouveau réseau. Le cœur de réseau sera constitué de nouveaux équipements.

3.3 Complexité technique

3.3.1 Besoins différents selon les établissements

Les composantes de la future Université Paris-Saclay ont des caractéristiques très différentes en termes de nombre de sites, nombre d'utilisateurs, besoins en débits. Certains établissements multi-sites souhaitent exploiter des réseaux virtuels privés (VLAN, VPN). Quelques sites ont besoin à court terme de débits de plusieurs dizaines de Gb/s, alors que d'autres expriment un besoin de 1 Gb/s, voire moins. L'infrastructure de fibres optiques et les équipements actifs devront être adaptés à ces besoins différents, sans engendrer de surcoûts excessifs.

3.3.2 Niveau d'intégration

À la date de rédaction de cet article, plusieurs variantes sont envisagées, conduisant à des solutions différentes.

- Points d'accès RENATER :
 1. les points d'accès RENATER sont intégrés au cœur de réseau Paris-Saclay ; les mêmes équipements desservent les sites du réseau et assurent la connectivité RENATER ;
 2. les points d'accès RENATER sont distincts des équipements du réseau Paris-Saclay.
- Services associés :
 1. les services associés au réseau incluent les fonctions de réseau local (DHCP, DNS, authentification, etc.), jusqu'aux équipements de distribution dans les bâtiments ;
 2. le « réseau opéré » Paris-Saclay ne gère pas les services associés.
- Niveau de service :
 1. le niveau de service est identique pour tous les sites ;
 2. chaque établissement choisit le niveau de service en fonction de ses propres besoins.

Les variantes retenues ont un impact sur les solutions techniques.

3.3.3 Topologie du réseau

Les objectifs de sécurisation par des boucles et des doubles accès sont dépendants de la faisabilité technique et du coût de certains cheminements. Le niveau de résilience du réseau sera en partie dépendant des ressources financières disponibles. C'est notamment le cas du bouclage nord, qui est également dépendant des travaux d'aménagement de la RD36.

3.3.4 Architecture des interconnexions de réseaux

Les réseaux RUBIS, ROYAL, REVE, n'ont pas vocation à être intégrés au réseau Paris-Saclay. Ils en sont limitrophes, et l'intérêt d'une interconnexion directe est à évaluer en comparaison avec une interconnexion par RENATER.

Dans les deux cas, il convient d'analyser les besoins en termes de services (niveau 2, niveau 3, VPN, VLAN...), car il y a des synergies fortes entre les établissements connectés à ces réseaux, certains établissements ayant des sites sur plusieurs d'entre eux.

3.4 Complexité financière

3.4.1 Financement dans le cadre des investissements d'avenir

La constitution de l'Université Paris-Saclay nécessite un investissement financier considérable. Le programme « Investissements d'avenir », lancé par le gouvernement en 2010, apporte un montant global de 1 Md€ au « Centre d'excellence Plateau de Saclay ».

(cf. <http://investissement-avenir.gouvernement.fr/content/action-projets/les-programmes/centres-dexcellence>)

La Fondation de Coopération Scientifique considère que le réseau présente un enjeu stratégique, nécessitant un investissement financier significatif. À la date de rédaction du présent article, il est prématuré d'avancer des chiffres précis. Selon une première estimation très grossière, un investissement global de l'ordre de 2 M€ est envisagé pour les fibres et les équipements.

3.4.2 Investissements déjà réalisés par les réseaux existants

Le réseau SAPHIR est un réseau de collecte, dont les matériels actifs sont constitués des équipements de cœur de réseau et des équipements d'entrée de sites. Ces matériels ont été acquis par l'association SAPHIR et représentent une part significative de ses actifs. Si le réseau de l'Université Paris-Saclay se dote d'une gouvernance unifiée, la dévolution des actifs de SAPHIR devra être acceptée par l'ensemble de ses membres, et la question de la compensation financière sera posée. Cette question est rendue compliquée par l'incertitude concernant la possibilité de réutiliser les équipements actifs.

3.4.3 Modèle financier de fonctionnement

Les frais de fonctionnement incluent la location et la maintenance des fibres, la maintenance des équipements du cœur et des sites, le coût de l'opérateur, la dotation aux amortissements. Ils seront à la charge des établissements.

L'élaboration du modèle financier est particulièrement complexe.

Plusieurs critères sont envisageables :

- usage : débit constaté ou débit souscrit ;
- nombre de sites ;
- nombre d'utilisateurs ;
- budget de l'établissement ;
- « poids » forfaitaire ;
- ...

De multiples incertitudes subsistent sur les montants financiers, notamment la contribution qui sera demandée pour l'accès au réseau RENATER. Un compromis devra être recherché entre les partenaires, à moins que l'Université Paris-Saclay ait elle-même les ressources suffisantes pour financer le réseau.

3.5 Complexité temporelle

3.5.1 Incertitudes sur les dates

Sur certaines parties du réseau, il serait envisageable de faire transiter les fibres par des sites en construction. Cependant une optimisation de ce type est difficile à programmer, car les dates d'installation des nouveaux sites sont incertaines.

Le raccordement des nouveaux établissements ne devra pas perturber les établissements déjà raccordés.

3.5.2 Périodes de transition

Les établissements qui abandonneront d'anciens sites pour venir s'installer sur le campus de Saclay devront gérer une période pendant laquelle l'ancien et le nouveau site devront fonctionner simultanément. La planification de la migration des équipements nécessitera une attention particulière.

3.5.3 Plan de mise en œuvre

Le plan de mise en œuvre sera élaboré en fonction des choix techniques effectués, notamment ceux cités en 3.3.2. Si l'université fait le choix d'une architecture unifiée, la première étape sera la construction du cœur de réseau. Le raccordement des sites existants sur le nouveau devra ensuite suivre rapidement afin d'éviter la maintenance simultanée de plusieurs réseaux d'interconnexion.

Les travaux de voirie débuteront en 2014. Il est donc impératif de trouver des solutions de dévoiement ou de remplacement des fibres dès le début de 2014. De nouveaux sites seront installés en 2014. C'est le cas notamment des nouveaux locaux de Centrale-Supélec. Si l'architecture cible du réseau Paris-Saclay n'est pas en service, des solutions temporaires devront être mises en œuvre.

4 Avancement du projet

À la date de rédaction du présent article, de nombreux choix n'ont pas encore été effectués. La FCS du Campus Paris-Saclay, le comité de pilotage du projet réseau, le groupe projet ne ménagent pas leur peine pour progresser résolument vers la cible, livrer un produit performant, sécurisé, à l'état de l'art et adapté aux besoins, afin de pouvoir ensuite s'investir dans de nouveaux projets.

Remerciements

Je remercie chaleureusement Hervé Le Riche et Nicole Ludeau-Pavy pour leur soutien, Pascal Etcheberry pour toutes les informations techniques, et l'ensemble du groupe projet pour leur travail considérable, objet du présent article.