

# GUIDE REFERENTIEL TECHNIQUE ET FONCTIONNEL POUR LES INSTALLATIONS VOIX-DONNEES-IMAGES DE LA REGION GRAND EST

VERSION 3 – FEVRIER 2024

LISTE DE DIFFUSION			
Structure	Noms des destinataires	Pour	
		Action	Information
Région Grand Est	SNE, DIMO, DN, Maisons de Région		X
MOE / MOA	Membres	X	X
Prestataires	Membres	X	

SUIVI DES VERSIONS			
Version	Date	Nom du rédacteur	Nature de la modification
2.4	160922	Thierry EGGENSCHWILLER	Mise à jour
3.0	010224	Yoann BOUDIN	Mise à jour

## Table des matières

<b>A.</b>	<b>INFRASTRUCTURES VDI FILAIRES ET NON FILAIRES .....</b>	<b>7</b>
A.1	Présentation générale.....	7
A.2	Normes applicables .....	8
A.3	Habilitation des intervenants .....	11
A.4	Principe d'une Infrastructure VDI .....	12
A.5	Spécifications techniques VDI .....	21
A.6	Repérage des composants VDI.....	59
A.7	Courant Fort associé aux installations VDI.....	62
A.8	Réception des installations VDI.....	66
A.9	Dossier des ouvrages exécutés (DOE).....	74
A.10	Garantie des installations.....	75
A.11	Cadre des prestations à réaliser .....	77
<b>B.</b>	<b>Sécurité des biens et des personnes dans les établissements.....</b>	<b>80</b>
B.1	Présentation générale.....	80
<b>C.</b>	<b>Architecture des réseaux locaux dans les établissements .....</b>	<b>81</b>
C.1	Présentation générale.....	81
C.2	Glossaire .....	81
C.3	Normes applicables .....	82
C.4	Intervenants sur les réseaux des Lycées.....	84
C.5	Architecture Régionale des Réseaux .....	84
C.6	Architecture LAN dans les Etablissements.....	91
C.7	Spécifications techniques des équipements de réseau dans les Etablissements.....	94
C.8	Expression des besoins et commande des matériels actifs - LAN .....	103
C.9	Réception des installations de réseau LAN .....	110
C.10	Dossier des ouvrages exécutés (DOE).....	110
C.11	Garantie des équipements actifs .....	110
C.12	Procédure de retour SAV des équipements actifs.....	112
<b>D.</b>	<b>Infrastructure de téléphonie dans les établissements .....</b>	<b>114</b>
D.1	Présentation générale.....	114

## Glossaire

Abréviations	Significations
MOE	Maîtrise d'œuvre
MOA	Maîtrise d'ouvrage
CCTP	Cahier des clauses techniques particulières
DIAG	Diagnostic
AVP	Avant-projet
APS	Avant-projet sommaire
APD	Avant-projet détaillé
DCE	Dossier de consultation des entreprises
DOE	Dossier des ouvrages exécutés
IP	Internet protocol
OPC	Organisation et planification de chantier
CT	Contrôleur technique
CDPGF	(DPGF) Cahier de décomposition en prix global et forfaitaire
SPS	Sécurité et protection de la santé
OPR	Opération préalable à la réception
DGD	Décompte général et définitif
BET	Bureau d'études techniques
ACT	Assistance à maître d'ouvrage pour la passation de contrats de travaux
AOR	Assistance à maître d'ouvrage lors des opérations de réception
PPI	Plan Pluriannuel d'Investissement
PPM	Plan Pluriannuel de Maintenance

## Préambule

Le présent document a pour objet de définir les recommandations générales à respecter en matière d'élaboration de solutions de transport, de traitement et de sécurisation des informations Voix-Données-Image (VDI ci-après) dans les établissements scolaires relevant de la compétence de la Région Grand Est (RGE ci-après).

**Il remplace et complète tout document existant utilisé par la Région Grand Est lié aux sujets VDI.**

**Ce référentiel doit être utilisé pour toute nouvelle construction immobilière. Il est annexé et / ou référencé lors de la rédaction de pièces écrites tels que l'Avant-Projet Sommaire (APS), l'Avant-Projet Détaillé (APD) ou le Document de Consultation aux Entreprises DCE.**

Ces recommandations s'appliquent à toute étude et à tous travaux ayant pour objet la définition et / ou la mise en œuvre d'une solution technique VDI dans le cadre d'un projet de construction, de rénovation, d'extension.

Ce référentiel doit être utilisé pour la rédaction de CCTP lors d'opérations d'extension et/ou de rénovation de câblage. Il sert de socle aux spécifications de tout cahier des charges dans le domaine VDI.

Ce référentiel n'est pas orienté CENTRE de DONNEES (DATACENTER) et ne peut en aucun cas être utilisé exclusivement comme tel sans une adaptation au programme spécifique qu'est la conception d'un CENTRE de DONNEES, il apporte néanmoins les bases de toute installations sur site propriété de la Région.

Il a également été conçu pour permettre de répondre à l'optimisation des coûts d'installation, d'exploitation et de maintenance, tout en respectant les exigences techniques et permet d'anticiper les futures évolutions.

En synthèse, ces recommandations s'appliquent à tous les niveaux d'un projet :

- Programmes,
- Etudes,
- Travaux,
- Entretien et maintenance,

Et s'adressent :

- Au Maitre d'Ouvrage (MOA) et à l'Assistance à Maitrise d'Ouvrage (AMOA) qui ont en charge la définition des besoins, des budgets et des calendriers prévisionnels,
- Aux Maîtres d'Œuvre (MOE) qui ont en charge les études, la conception, le suivi, la coordination et la réception des travaux,
- Aux Entreprises et aux Prestataires qui ont en charge la fourniture, l'installation sur site, le paramétrage, les tests, les transferts de compétences, la rédaction de la documentation et la maintenance des solutions VDI commandées par la RGE.
- Aux services techniques, utilisateurs et usagers désignés des établissements de la RGE dont les Correspondants Maintenance Informatique des Lycées (CMIL) et leur responsable (CPCMIL).

**Pour le Maitre d'Ouvrage**, ce document constitue le cadre général à partir duquel est élaboré le programme décrivant la solution à réaliser, à installer et à maintenir.

Les besoins et usages sont propres à chaque établissement. Ceux-ci font l'objet d'une validation de la RGE (préalable à tous travaux) en concertation avec les services concernés. Ces derniers décrivent les besoins, les sites, lieux ou espaces à équiper et les usages que l'installation VDI ciblée devra permettre.

La solution technique générale proposée dans le programme doit donc être conforme à ce document.

**Pour les Bureaux d'Etudes Maîtres d'Œuvre des projets spécifiques VDI**, ce document constitue les bases générales qui, associées au programme technique propre à l'équipement VDI d'un établissement remis par le programmiste, permettra d'élaborer les différents documents qui entrent dans la constitution des Avant-Projets Sommaires (APS), Avant-Projets Définitifs (APD), Cahier des Charges (CCTP-PRO).

**Pour les Bureaux d'Etudes Maîtres d'Œuvre des projets de restructuration, extension, construction**, ce document constitue les bases générales qui, associées au programme global de l'opération, permettra d'élaborer les différents documents qui entrent dans la constitution des Avant-Projets Sommaires (APS), Avant-Projets Définitifs (APD), Cahier des Charges (CCTP-PRO) pour ce qui concerne la partie VDI.

Les documents produits par les Bureaux d'Etudes doivent être conformes au présent Guide Référentiel pour tout équipement VDI fourni et / ou installé dans les lycées, ainsi qu'au programme élaboré par le Maitre d'Ouvrage.

Le présent Guide Référentiel est constitué de quatre chapitres, ceux-ci formant un ensemble cohérent.

**Le chapitre A** concerne les infrastructures de distribution VDI filaires et non filaires. Celui-ci est applicable pour tout projet de construction, de rénovation, d'extension ou, plus simplement, pour toute opération de modernisation des infrastructures VDI.

**Le chapitre B** concerne les dispositifs de sécurité des biens et des personnes et plus précisément les systèmes de vidéoprotection et de déclenchement / diffusion d'alerte pour Plan Particulier de Mise en Sécurité (PPMS). Celui-ci est à prendre en considération pour tout projet de construction, de rénovation, d'extension ou, plus simplement, pour tout projet de mise en place d'une solution de sécurisation de la RGE.

**Le chapitre C** porte sur les équipements actifs de réseaux locaux, fédérateurs ou de distribution, avec ou sans la fonction d'alimentation électrique POE. Celui-ci est applicable pour tout projet de construction, de rénovation, d'extension ou, plus simplement, pour toute opération de modernisation des réseaux locaux.

**Le chapitre D** porte sur les équipements et services de téléphonie et de communication « Voix ». Celui-ci est applicable pour tout projet de construction, de rénovation, d'extension ou, plus simplement, pour toute opération de modernisation du système de téléphonie de la RGE.

**Remarques importantes :**

Ce document traite essentiellement des règles de mise en œuvre de solutions VDI et courants faibles en général (câblage banalisé, WIFI, téléphonie, vidéoprotection, PPMS, sécurité, ...), il est aussi fait mention de la nécessité d'évaluer, dès le stade « projet », des besoins en matière d'alimentation électrique pour le fonctionnement de ces installations.

Par ailleurs, dans le cadre de consultations spécifiques qui comprennent des lots courants faibles et courants forts, ces derniers ne doivent en aucun cas déroger aux exigences techniques décrites dans le présent Guide référentiel. Les plans d'architecture devront définir les implantations précises des équipements et des locaux techniques, en respectant les règles définies ci-après. Ce point est de la responsabilité du Maître d'Œuvre car il conditionne la facilité d'utilisation, d'exploitation et de maintenance des installations VDI objet des présentes recommandations.

Si une spécification entre en contradiction avec une autre spécification définie dans ce document, on veillera à appliquer la spécification **la plus contraignante** afin de garantir la meilleure qualité de l'installation ciblée.

Ce Guide Référentiel est une pièce contractuelle de tout marché de la RGE qui se rapporte aux infrastructures VDI. Il doit à ce titre être cité parmi les documents de référence dans chacun de ses marchés.

# A. INFRASTRUCTURES VDI FILAIRES ET NON FILAIRES

## A.1 Présentation générale

La réalisation d'une infrastructure VDI filaire ou non-filaire de la Région Grand Est représente un investissement dont la pérennité doit être assurée par une garantie de performance.

Pour cela, l'infrastructure VDI doit être :

**Banalisée** : la nature de l'information (Voix, Données, Images) transportée ne conditionne pas les caractéristiques de l'infrastructure qui doit être capable de supporter les applications les plus complexes.

**Systématique** : la desserte des locaux en points d'accès filaires ou non filaires doit être réalisée sur la base de règles simples anticipant les usages, les pratiques et les évolutions technologiques, ceci pour assurer toute connectivité sans reprise de l'infrastructure.

**Reconfigurable** : une infrastructure de communication banalisée et systématique permet à chaque point d'accès utilisateur de supporter tous types de terminaux par l'allocation d'une ressource via brassage ou reconnaissance du profil utilisateur.

**Universelle** : l'infrastructure VDI doit être capable de supporter toutes les applications actuelles et émergentes dont les protocoles de communications sont compatibles avec les standards de l'industrie actuels et futurs.

**Performante** : elle doit permettre de supporter un débit de 10 Gb/s sur cuivre et de 40 Gb/s en fibre optique. L'infrastructure cuivre sera au minimum de catégorie 6A assurant des liens de classe EA. Elle permettra l'intégration des protocoles actuels et futurs d'alimentation électrique (POE). Les liens en fibre optique seront au minimum de qualité OS2 en monomode.

**Ce document référentiel** présente les exigences et spécifications techniques des composants ainsi que les règles de conception requises pour la mise en œuvre de solutions de câblage structuré de **catégorie 6a / Classe EA**, garantissant la mise en place et l'installation de réseaux de télécommunication IP de la Région Grand Est.

## A.2 Normes applicables

Les performances de transmission, la fiabilité des réseaux filaires et non-filaires et la facilité d'exploitation dépendent essentiellement du respect des normes, tant du point de vue de l'ingénierie que de l'installation.

Tous les composants utilisés dans les infrastructures VDI devront être normalisés et certifiés NF. Les fiches techniques et les certificats d'agrément de laboratoire indépendant pour la normalisation des matériels, ainsi que ceux des constructeurs proposés pour la garantie produit et chaîne de liaison, seront demandés par la maîtrise d'ouvrage sur tous les projets.

Toutes les installations doivent être conformes aux règles de l'art et impérativement satisfaire aux prescriptions des normes, règlements et décrets en vigueur présentés ci-après.

**Attention** : En cas de divergence des normes, la version **la plus contraignante** sera appliquée.

Les éventuelles spécifications techniques relatives à l'achèvement des travaux dans les règles de l'art qui ne figureraient pas au présent document y sont **implicite**ment intégrées.

Le système de câblage réalisé devra permettre de supporter tous les protocoles IEEE, EIA/TIA et ISO existants définis comme fonctionnant sur ce support.

### A.2.1 Normes d'installation

- NFC 15 100 version 2002
- Règlements UTE en général,
- DTU (prescription de mise en œuvre)
- NF EN 50575 : Câbles d'énergie, de commande et de communication - Câbles pour applications générales dans les ouvrages de construction soumis aux exigences de réaction au feu \*

**Toutes nouvelles publications de normes, de règlements ainsi que d'amendements à ces derniers, entraîneront leur application.**

### A.2.2 Normes de références pour le câblage

Les normes internationales et leurs équivalences françaises et européennes applicables définissant l'architecture et les composants du réseau sont les suivantes :

- Norme ISO/IEC 11801 Standard International, édition 3 (2018) – Technologie de l'information – Câblage générique pour les locaux tertiaires,
- Norme EN 50173-1 :2011 : Technologies de l'information – Systèmes de câblage générique – Partie 1 : Exigence générales
- Norme EN 50174-1 : Technologies de l'information – Installation des systèmes de câblage – Partie 1 : Spécification et Assurance Qualité,
- Norme EN 50174-2 : Technologies de l'information – Installation des systèmes de câblage – Partie 2 : Planification de l'installation et pratiques à l'intérieur des bâtiments,
- Normes EIA/TIA 568 US Norme sur laquelle reposent les caractéristiques physiques des réseaux locaux et standards informatiques,
- Aux normes AFNOR,



- A la réglementation des établissements type ERP (établissements recevant du public) du 25 juin 1980, modifié par arrêté du 19 décembre 2001, de type R, et autres types annexés L, N, X,
- Norme EN 55022 Perturbations des systèmes de traitement de l'information,
- Normes CEI 1000 et 801-4 : Compatibilité électromagnétique,
- Norme EN 50167 Câbles de distribution capillaires,
- Normes EN 50168 Brassage,
- Norme EN 50169 Câbles de rocades,
- Norme IEC 332, HD 405 – Propagation du feu,
- Norme IEC 1034, HD 606 – Emission de fumée,
- Au guide pratique UTE C15-900 (2006),
- À tous les décrets, arrêtés, règlements et normes concernant les infrastructures VDI (câblage VDI et distribution électrique) qui seront en vigueur à la date de la soumission,
- Aux règlements UTE en général,
- Aux règles de l'art,
- Au code du travail,
- Au décret du 14 novembre 1988 et circulaires relatives à la protection des travailleurs et à l'arrêté du 26 février 2003,
- Aux prescriptions spécifiques indiquées dans le présent document,
- Aux prescriptions et spécifications éditées par les divers constructeurs,
- Câble de distribution horizontale Cuivre.

\* Norme NF EN 50575 (L'euroclasse sera au minimum **Dca**, à évaluer en fonction du bâtiment).

Performance au feu	Euroclasses	Famille de conducteurs ou câbles isolés	
		Câble d'énergie	Câbles de communication
<b>Optimale</b>	B2 <sub>ca</sub> -s1, d1, a1	K22 et K25	K26, K23, K24 et K209 SF/FTP, S:FTP, F/FTP, U/FTP Câbles Fibre Optique
<b>Améliorée</b>	C <sub>ca</sub> -s1, d1, a1	FR-N1X1G1, FR-N1X1X2 H07 Z1-R, H07 Z1-K H07 ZZ-F	SYT SF/FTP, S/FTP, F/FTP, U/FTP, SF/UTP, F/UTP, U/UTP Câble à FO de raccordement
<b>Basique</b>	D <sub>ca</sub> -s2, d2, a2		SYT SF/FTP, S/FT, F/FTP, U/FTP, SF/UTP, F/UTP, U/UTP Câble FO de distribution à extractibilité permanente / Câble à FO de distribution
<b>Basique</b>	E <sub>ca</sub>	U1000 R2V, U1000 AR2V, H07 V-U, H07 V-R, H07 V-K, H07 RN-F	

**Toutes nouvelles publications de normes, de règlements ainsi que d'amendements à ces derniers, entraîneront leur application.**

### A.2.3 Conformité aux normes de sécurité incendie

Tous les câbles utilisés sont conformes aux spécifications de sécurité définies par la norme CEI 60332-1, en particulier pour les bâtiments à haute densité de population et pour la protection anti-incendie à l'intérieur des bâtiments.

En cas de contact avec des flammes, les câbles peuvent devenir un vecteur de propagation du feu et les substances produites par la combustion peuvent avoir quant à elles un effet nocif sur les personnes comme sur le matériel.

La propagation du feu sera considérée comme le principal facteur de risque et donc comme le principal élément à prendre en compte dans la mise en place de mesures de protection.

Les câbles et composants VDI posés auront la capacité de réduire fortement les risques liés au feu, ils présenteront une enveloppe ignifuge à faible niveau d'émission de fumée et de gaz toxiques et seront repérés par le sigle LSZH (Low Smoke Zero Halogen = à faible dégagement de fumée et sans halogène). Les matériaux utilisés devront limiter la production de fumée et le dégagement de gaz halogénés.

Le Règlement sur les Produits de Construction (RPC) en place en Europe depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2017 s'applique à tous les câbles de communication destinés à être utilisés dans des ouvrages de construction. Désormais, tous les câbles destinés à être intégrés aux ouvrages de construction doivent être classés selon les Euroclasses, un tableau de classification des caractéristiques de réaction au feu des câbles publié en 2006 au Journal Officiel de l'Union européenne.

Les câbles doivent se conformer au nouveau système de classification européen appelé Euroclasse (7 classes). La principale classification est fondée sur la propagation du feu et la libération de chaleur.

La norme de produits applicable pour les câbles est la norme EN 50575, celle-ci concerne les câbles fixes et ne concerne pas les cordons. La déclaration de performance est le document légal émis par le fabricant. En établissant ce document, le fabricant engage sa responsabilité et atteste la conformité du produit vis-à-vis des performances déclarées.

A l'issu du chantier l'Entreprise devra fournir l'ensemble des DDP (Déclaration de Performance du fabricant de câble) relatives à tous les câbles posés par ses soins. Les gaines des câbles VDI posés seront marquées **Dca** afin d'identifier la classe de test au feu.

De manière générale, les normes de sécurité doivent obligatoirement être contrôlées et respectées par l'Entreprise et éventuellement réajustées avec la législation en vigueur pour des Etablissements Recevant du Public (ERP).

Critère d'évaluation de résistance au feu			
Pouvoir calorifique	Opacité des fumées <i>Fonction de la quantité et de la vitesse de production</i>	Gouttelettes et débris enflammés	Acidité et conductivité
A <sub>ca</sub> Incombustible (verre, silice...)	s1 Faible quantité et vitesse de production	d0 Aucun débris	a1 Faible conductivité (teneur en sel) et faible acidité
B1 <sub>ca</sub> Combustible inflammable	s2 Moyenne quantité et vitesse de production	Aucun débris dont l'enflamme ment dure plus de 10 secondes	a2 Forte conductivité (teneur en sel) et faible acidité
B2 <sub>ca</sub> Combustible difficilement inflammable (PE, PVC, caoutchouc,...)	s3 Haute quantité et vitesse de production	d2 Ni d0, ni d1	a3 Ni a1, ni a2
C <sub>ca</sub> Combustible difficilement inflammable (PE, PVC, caoutchouc,...)			
D <sub>ca</sub> Combustible moyennement inflammable			
E <sub>ca</sub> Combustible facilement inflammable			
F <sub>ca</sub> Non classé			

## A.3 Habilitation des intervenants

### A.3.1 Habilitation « Courant Faible – VDI »

Afin de garantir la pérennité des installations, l'Entreprise et ses sous-traitants le cas échéant devront obligatoirement posséder l'agrément ou la certification du Constructeur en tant que prestataire agréé ou certifié.

Chaque technicien qui intervient sur les composants de l'infrastructure de câblage VDI devra être en mesure de présenter un certificat nominatif de formation sur le matériel installé émanant du Constructeur.

Dans le cas d'une installation d'infrastructure de communication filaire (câblage VDI), cet agrément devra permettre de bénéficier au minimum :

- D'une garantie « produits » de 15 ans sur l'ensemble des composants passifs du câblage,
- D'une garantie « applicative » de 15 ans assurant le maintien des performances du réseau telles que décrites dans ce document.

Pour justifier ces garanties, l'Entreprise fournira dans son mémoire technique les pièces suivantes :

- La certification nominative par le Constructeur des techniciens en charge des travaux de pose des câbles, de raccordement et de tests,
- L'engagement du Constructeur à fournir la garantie en fin d'installation,
- Le contenu et les modalités d'application des garanties.

L'Entreprise devra s'engager également à respecter toutes les procédures nécessaires à l'application de ces garanties auprès des organismes concernés. A la fin des travaux, l'Entreprise devra fournir un certificat de garantie du Constructeur qui permet de valider la bonne conformité de l'installation de l'infrastructure VDI réalisée.

### A.3.2 Habilitation « Courant Fort »

L'Entreprise devra être titulaire d'une qualification « QUALIFELEC » garantissant son savoir-faire, ses qualités et son expertise dans le domaine du génie électrique et énergétique.

Par ailleurs, l'Entreprise devra être titulaire d'une qualification Electrotechnique indice E2, au minimum, qui permet de valider par ses propres références qu'elle étudie et réalise des travaux d'installation d'équipement électrique « dans les immeubles collectifs à usage résidentiel, y compris les IGH, les locaux à usage professionnel (agricole, tertiaire et industriel), les établissements de toutes catégories recevant du public, les emplacements extérieurs, parcs et jardins, les locaux et emplacements à risques spéciaux ».

## A.4 Principe d'une Infrastructure VDI

### A.4.1 Objectif

L'objectif d'un système de câblage VDI dans un bâtiment ou un ensemble de bâtiments est d'offrir à ses usagers un accès autorisé, homogène et sécurisé aux ressources informatiques et téléphoniques et de façon générale à tout contenu « électronique » disponible. Les ressources et contenus « électroniques » peuvent être locaux ou distants.

Un système de câblage VDI doit notamment permettre :

- De véhiculer simultanément toutes applications actuelles et futures,
- De relier de façon aisée des postes de travail aux réseaux filaires disponibles,
- De procéder à des modifications de topologie, d'applications ou de type de réseau, rapidement et sans adjonction de câbles supplémentaires.

Le dimensionnement de l'installation de câblage sera adapté aux besoins initiaux ainsi qu'aux extensions à court et moyen terme. Le système de câblage sera défini de manière à être systématique, reconfigurable, banalisé et universel.

Ceci implique qu'il sera suffisant en :

- Quantité (nombre de postes de travail ou équipement et nombre de prises terminales),
- Qualité (respect des normes et des règles d'ingénierie),
- Evolutivité et adaptabilité (câblage et connectique non-proprétaire).

### A.4.2 Architecture générale

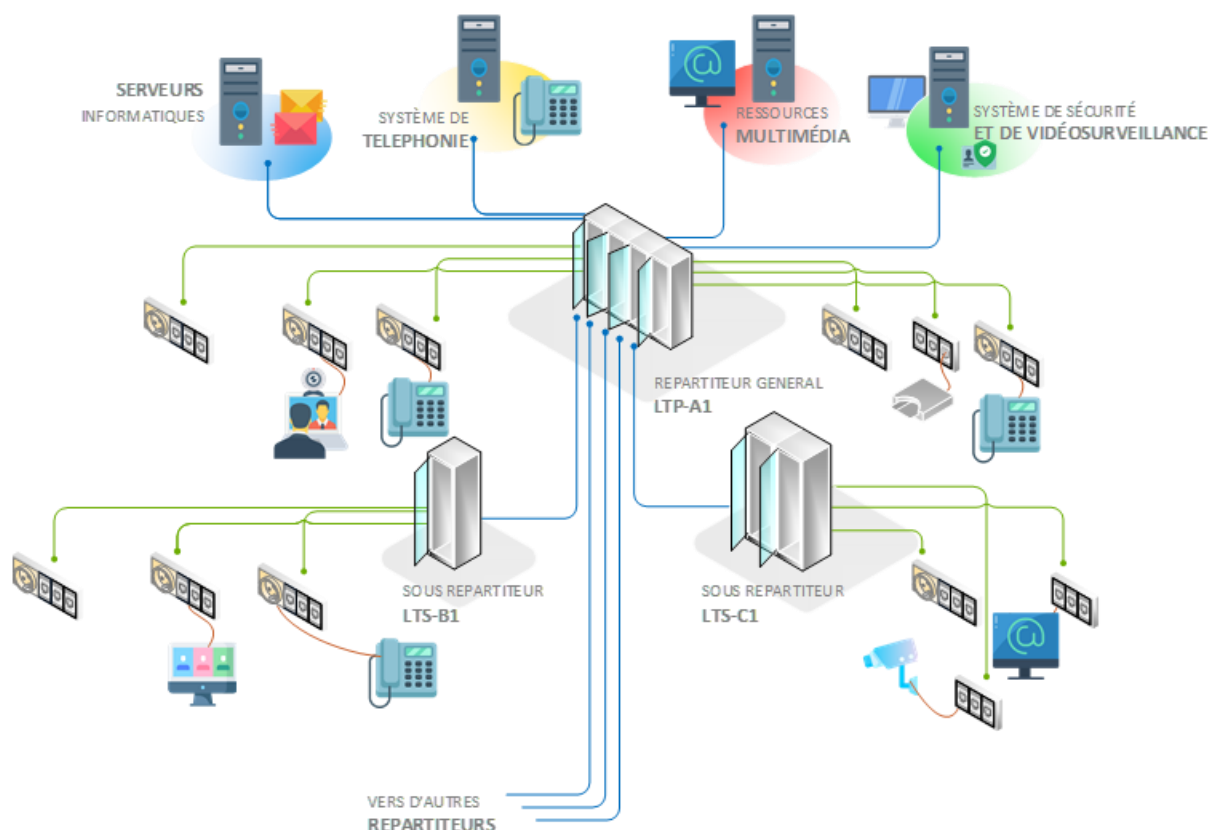
L'architecture de câblage VDI est basée sur les constituants suivants :

- Le répartiteur général (RG), point central de l'architecture,
- Les sous-répartiteurs (SR), alimentés depuis le répartiteur général (RG) via les rocares optiques,
- Les rocares ou liaisons principales entre le RG et les SR,
- Le câblage capillaire alimentant les prises RJ45 terminales,
- Les points d'accès (PA), composés d'une ou plusieurs prises RJ45 terminales et de prises de courant

L'architecture de câblage VDI s'appuie sur les principes suivants :

- Une distribution en étoile (optique et cuivre) depuis un Répartiteur Général (RG) vers chaque sous répartiteurs (SR). Des liaisons cuivre (4 paires) depuis chaque SR vers les points d'accès (PA),
- Une optimisation des ressources techniques environnementales obtenue par la cohabitation des différentes infrastructures au niveau des locaux techniques : permet de partager l'accès sécurisé, l'alimentation secourue, la détection et l'extinction incendie, la climatisation, etc...,

La figure, ci-dessous, décrit de manière générale l'architecture d'une infrastructure VDI. Chacun des constituants du câblage sera détaillé dans les chapitres suivants.



Dessin : Ingénis Consulting

### A.4.3 Implantation géographique des locaux techniques

Si l'implantation des locaux techniques VDI n'est pas encore définie, il est recommandé de considérer le site dans sa totalité pour procéder au positionnement de ceux-ci. En effet, il faut étudier l'architecture VDI dans son ensemble même si tous les bâtiments ne sont pas à équiper dans les premières tranches de travaux.

De façon générale, un local technique doit :

- Être éloigné des différentes sources de perturbations (groupe électrogène, transformateur, armoire électrique de puissance, machinerie d'ascenseur...),
- Ne pas se trouver dans une zone à risque inondable (dans le cas contraire, un système de rétention et/ou d'évacuation d'eau doit être mis en place)
- Ne pas être implantés sous les combles ou sous les toits

On considère deux principes de desserte ou zone d'influence :

- La zone d'influence Campus,
- La zone d'influence Bâtiment.

La zone d'influence Campus consiste à déterminer quel bâtiment est le plus en capacité d'héberger le local principal servant de point de convergence des artères de l'infrastructure VDI du site.

Une zone d'influence Campus concerne un établissement composé de plusieurs bâtiments mais la zone d'influence Campus peut également concerner un groupe d'établissements, par exemple :

- Des lycées contigus ou mitoyens,
- Une cité scolaire,

- Des établissements en grappe (reliés par une liaison FO dédiée) : Lycée / Lycée - Lycée / Collège – Sites RGE.

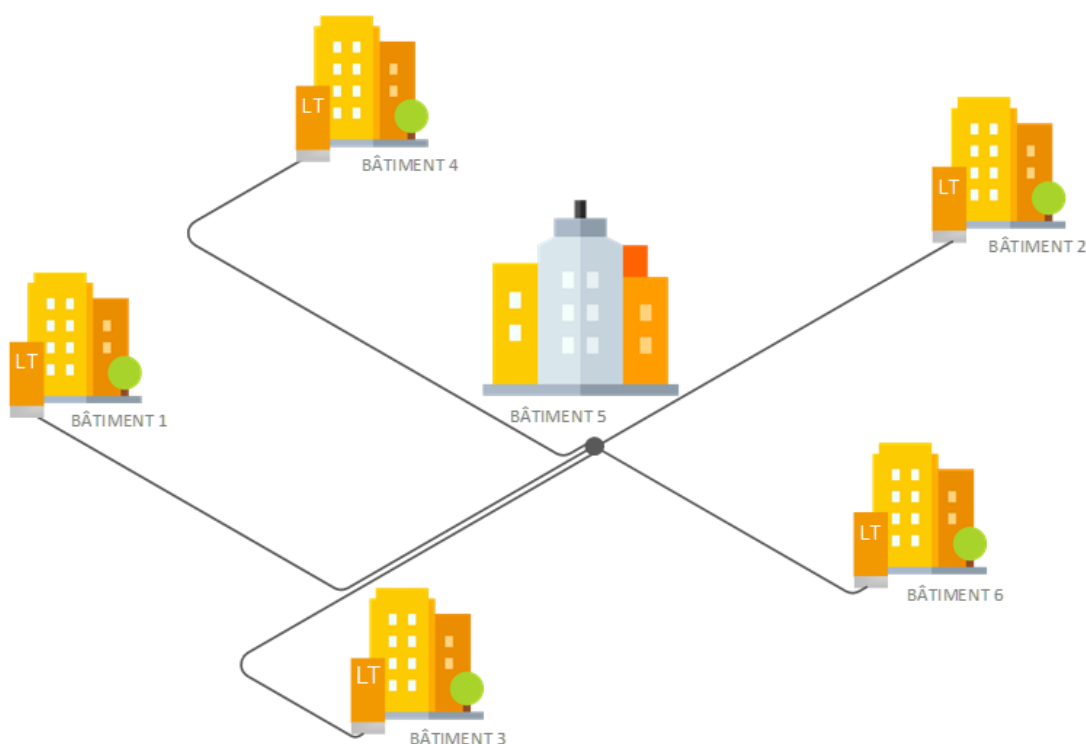
La "zone d'influence Bâtiment" permet de définir les emplacements en capacité d'accueillir les locaux techniques de répartition / distribution du câblage capillaire. Un même bâtiment pourra accueillir plusieurs locaux techniques de répartition, ceci en fonction de la desserte VDI à réaliser.

#### A.4.3.1 Zone d'influence Campus

Le bâtiment offrant le meilleur positionnement tiendra compte des caractéristiques suivantes :

- Place centrale au niveau du campus ou du site considéré afin d'optimiser les longueurs des rocade,
- Capacité d'héberger l'ensemble des ressources informatiques et téléphoniques ainsi que tout autre service IP du site,
- Possibilité de desserte sécurisée, par exemple par cheminements différents, boucle, etc...
- Possibilités d'alimentation électrique sécurisée, de refroidissement, d'accès contrôlé, etc...
- Proximité des arrivées opérateurs.

L'exemple, ci-après, présente un scénario de préconisation. Le bâtiment N°5, idéalement centré, répond parfaitement aux caractéristiques ci-dessus. (LT = Local technique).



Dessin : Ingénis Consulting

L'emplacement du local technique principal (local serveurs, répartiteur général) dans ce bâtiment sera défini selon le principe de desserte « Bâtiment » présenté dans le chapitre suivant « zone d'influence Bâtiment ». En effet, ce local technique peut également remplir la fonction de sous-répartiteur et desservir les points d'accès du bâtiment d'implantation.

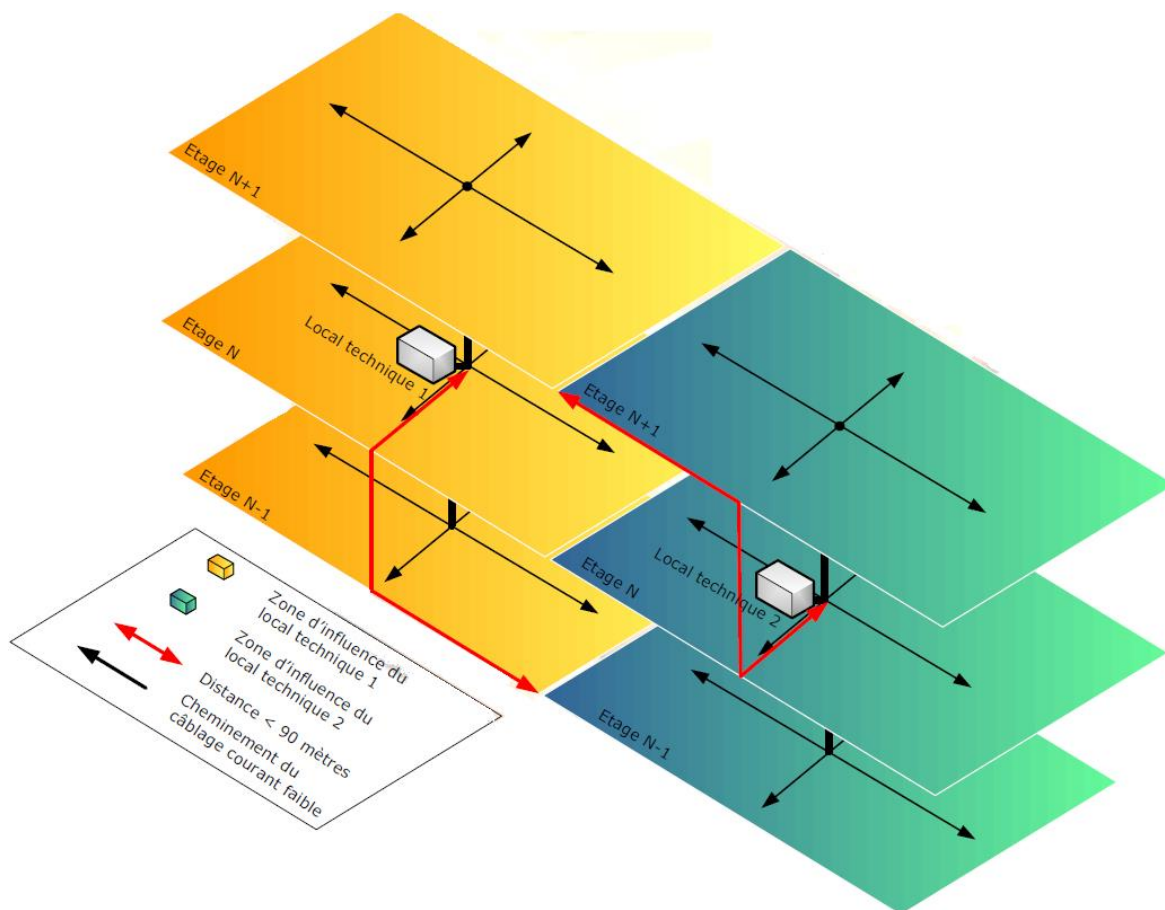


### A.4.3.2 Zone d'influence Bâtiment

L'implantation des locaux techniques doit permettre d'irriguer les utilisateurs dans un rayon maximum de 50 à 70 m (distance réelle), ceci en tenant compte tenu des cheminements principaux et secondaires, horizontaux et verticaux, parfois non linéaires et/ou complexes. La liaison vers le point d'accès le plus éloigné est toujours à inférieure à 90 mètres. Le nombre de locaux techniques VDI doit être optimisé, un nombre de locaux techniques VDI limité facilite l'administration et la maintenance des réseaux.

Le choix du positionnement d'un local technique tiendra compte des caractéristiques suivantes :

- Position centrale dans le bâtiment ou au niveau du bâtiment considéré afin d'optimiser les longueurs de câbles,
- Espace avec capacité d'héberger et d'alimenter les baies de répartitions VDI,
- Proximité immédiate de cheminements verticaux et/ou de gaines techniques ou possibilité de créer des cheminements verticaux



Dessin : Ingénis Consulting

## A.4.4 Caractéristiques des locaux techniques VDI

### A.4.4.1 Définition

Les locaux techniques VDI sont des locaux exclusivement destinés au fonctionnement, à l'exploitation, à la maintenance et à la sécurité de l'infrastructure VDI de l'établissement. Les types et le nombre de locaux techniques sont directement liés à la taille de l'établissement et à l'architecture VDI en place ou à créer.

On peut ainsi identifier les types de locaux techniques ci-après :

- Le local Répartiteur Général (RG)
- Le local ou les locaux de Sous-Répartition (SR)
- Le local Serveurs (espace dans le local RG ou local dédié)
- Le local Serveurs de Secours (espace dans un des locaux SR ou dans un local dédié)
- Le local PABX ou IPBX et/ou Télécoms (si local dédié).

Ces locaux techniques sont vitaux quelques soient leurs destinations. Il est donc important d'étudier avec soin :

- Leur implantation géographique dans l'établissement (selon zone d'influence, comme vu plus haut),
- Leur surface,
- Leur agencement,
- Leurs caractéristiques environnementales (accès, alimentation électrique, détection et extinction incendie, climatisation, ...)

**Important** : Les locaux techniques VDI ne doivent en aucun cas servir de lieu de stockage ou d'autres hébergements, à l'exception de la fonction pour laquelle ils sont destinés. Par ailleurs, les baies ou coffrets VDI sont installés exclusivement dans des locaux techniques dédiés.

Aucune baie VDI ou coffret VDI ne doit être installé dans un bureau ou dans une circulation, sauf indication contraire (exceptionnelle) et dans ce cas approbations des services informatiques et du chef d'établissement.

#### A.4.4.2 Superficie des locaux techniques VDI

L'encombrement des baies, leur nombre et leur positionnement déterminent la surface utile et nécessaire des locaux techniques.

- La superficie est ainsi évaluée en prenant en compte les éléments suivants :
- Le type d'architecture (local serveur de secours, local téléphonie),
- Le nombre de points d'accès à desservir depuis ce local (défini le nombre de baie),
- L'encombrement des baies (emprise au sol, hauteur ...)
- L'espace de travail nécessaire pour effectuer confortablement et en toute sécurité toute opération d'exploitation et de maintenance sur les équipements intégrés en baie.

Les surfaces recommandées en fonction du nombre de baies sont indiquées ci-après :

Nombre de baies	Local Technique Principal	Local Technique Secondaire
1	8 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>
2	10 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>
3	12 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>
4	15 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>

Coffret informatique	Local Technique Principal	Local Technique Secondaire
1 (jusqu'à 18U maxi)	X	2,5 m <sup>2</sup>

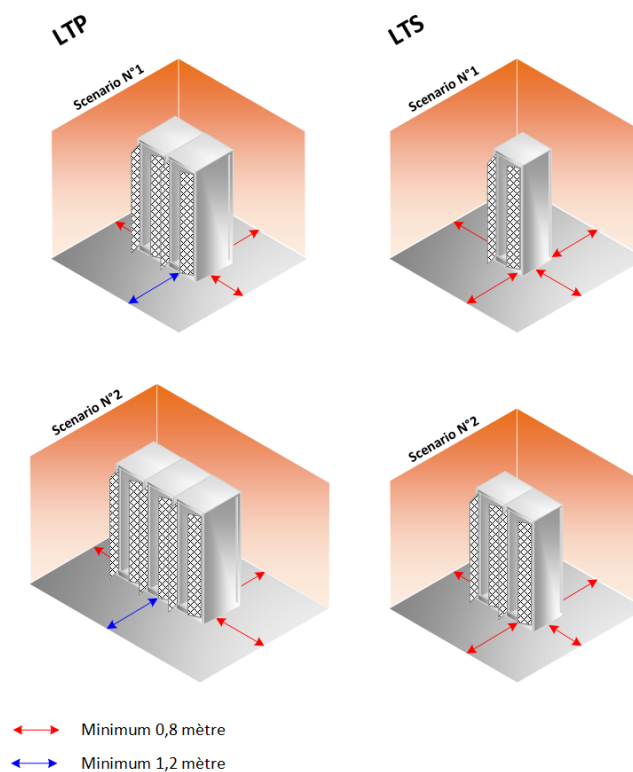
La règle suivante est applicable pour le dimensionnement d'un local technique :



→ **Surface recommandée du LT en m<sup>2</sup> = (nombre de baies x 2 m<sup>2</sup>) + 4 m<sup>2</sup>**

Dans le cadre d'une étude d'implantation de baie, il faut privilégier la facilité d'accès aux équipements montés dans les baies, veiller à réserver une zone de circulation suffisante pour l'exploitation et la maintenance des réseaux et des infrastructures de câblage. Une zone de circulation **d'1,20m** à l'avant de la baie et un **passage de 800mm** à l'arrière et sur les côtés sont recommandés.

Dans tous les cas, une baie ou un ensemble de baies doit pouvoir être accessibles **par 3 faces** au minimum. Ces mêmes faces devant se trouver à une distance minimale d'un mètre par rapport à une autre baie ou au mur du local.



Dessin : Ingénis Consulting

#### A.4.4.3 Caractéristiques environnementales

Le local VDI doit être coupe-feu dans son ensemble. Aucun élément ne doit déroger à cette règle. Le local dispose d'une porte coupe-feu (1/2h) de largeur supérieure à 90 cm ouvrant sur l'extérieur du local et équipée d'un ferme-porte.

Si la porte est équipée d'une serrure mécanique, le numéro de clé respecte l'organigramme et doit être validé par le responsable de l'établissement.

#### **A.4.4.3.1 Caractéristiques communes à tout local technique VDI**

Les caractéristiques communes recommandées décrites ci-après s'appliquent aux locaux techniques VDI y compris les locaux serveurs et serveurs de secours :

- Local si possible sans fenêtre, éloigné de toutes canalisations de fluides, et de tout générateur de parasites (ascenseur, transformateurs, ...) disposant d'une isolation acoustique, thermique et radioélectrique,
- Sol enduit de deux couches de peinture anti-poussière et antistatique ou plancher technique,
- Murs enduits de deux couches de peinture anti-poussière (blanc mat ou satiné),
- Alimentation par un réseau électrique ondulé et/ou secouru (selon criticité du local), alimentation électrique monophasée 220V 16A,
- Ventilation mécanique (VMC) ou climatisation, température recommandée de 25°C, température maximum 27 °C,
- Humidité relative entre 50% et 70% sans condensation,
- Eclairage LED : Pavé 600x600mm
  - Puissance : 26Watt minimum,
  - UGR < 19,
  - Flux lumineux : 3250Lm,
  - Durée de vie : 50.000 heures.
  - Commandé depuis détecteur en faux-plafond.
- Détecteur incendie avec report sur indicateur d'action, détecteur d'eau selon risque identifié,
- Dispositif dédié pour le cheminement des câbles VDI de type dalle marine (tôle perforée galvanisée), en mural, faux plafond ou plancher technique,
- Alimentation électrique dédiée.

#### **A.4.4.3.2 Caractéristiques complémentaires pour locaux serveurs**

Les caractéristiques complémentaires décrites ci-après s'ajoutent aux caractéristiques communes pour les locaux techniques qui hébergent les serveurs (principaux ou secours) et les équipements fédérateurs :

- Système de détection et d'extinction incendie automatique (des extincteurs peuvent également être disposés à l'entrée et/ou à l'intérieur du local, en respect à la réglementation en vigueur),
- Système de climatisation dimensionné en fonction des équipements présents (voir ci-après)
- Accès sécurisé par contrôle d'accès avec report d'alarme,
- Eclairage de secours en cas de coupure d'électricité complété d'une lampe portative de sécurité sur support mural avec batteries rechargeables incorporées.

#### **A.4.4.3.3 Refroidissement d'un local technique**

Les locaux serveurs ou les locaux techniques hébergeant une forte densité d'équipements (actifs fédérateurs dans RG par exemple.) seront équipés de système de refroidissement. Le système de refroidissement devra permettre le contrôle de la qualité de l'air ambiant (température et hygrométrie).

Dans le cas d'une climatisation, celle-ci sera de type split-system avec unité intérieure et extérieure utilisant des gaz strictement conformes au règlement européen F-Gaz et à la directive européenne ErP (Energy Related Products).

L'unité intérieure sera judicieusement positionnée (pas de pose au-dessus des baies ou de tout autre équipement électronique type PC, serveurs, PABX, ...). Elle présentera un faible niveau sonore, sera équipée d'un filtre performant et d'une commande murale avec sonde de température intégrée ou déportée.

Conditions climatiques et sobriété énergétique : La température ambiante recommandée des locaux serveurs ou assimilés (RG, LTP, ...) est fixée à 25°C. Il est inutile de refroidir à des températures trop basses du fait des plages de fonctionnement tolérées par les équipements électroniques de génération récente. Cette température sera bien entendu être adaptée à la récence des équipements en place, à la densité des équipements dans les baies, au positionnement du système de refroidissement et la configuration du local.

Le taux d'humidité relative se trouvera entre 50 et 70 %.

Dans le cadre d'une création ou restructuration d'un local serveurs ou RG par exemple, il conviendra de réaliser une analyse des besoins complétée d'une étude de génie climatique pour définir le type et le dimensionnement du système de refroidissement du local.

Des normes environnementales réglementent le secteur de la climatisation et de la réfrigération. Le règlement européen F-Gaz est à l'origine de l'interdiction des gaz fluorés CFC et des HCFC depuis 2015. Depuis 2020, l'utilisation de fluides ayant un GWP supérieur ou égal à 2 500 est interdite (ex. R 404A et R 507). F-Gaz vise la réduction de l'utilisation des gaz à fort pouvoir à effet de serre et la division par 5 des émissions de CO<sub>2</sub> à l'horizon de 2030.

#### **A.4.4.4 Mise à la terre du local technique**

Chaque local technique sera équipé d'une terre. La terre sera destinée au raccordement des équipements métalliques et des écrans des câbles VDI, ceci notamment pour assurer la sécurité des personnes.

La terre pourra être reprise à partir du tableau général basse tension (TGBT), qui sera lui-même relié au puit de terre du bâtiment. Si le site est composé de plusieurs bâtiments alimentés par une même installation électrique, tous les puits de terre seront interconnectés (maillage des terres). Le principe du maillage est plus sécurisant. Les liaisons inter-bâtiments seront réalisées avec des conducteurs cuivre de 35 mm<sup>2</sup> minimum. Une attention particulière sera portée sur l'interconnexion effective des terres entre les différents bâtiments de l'établissement.

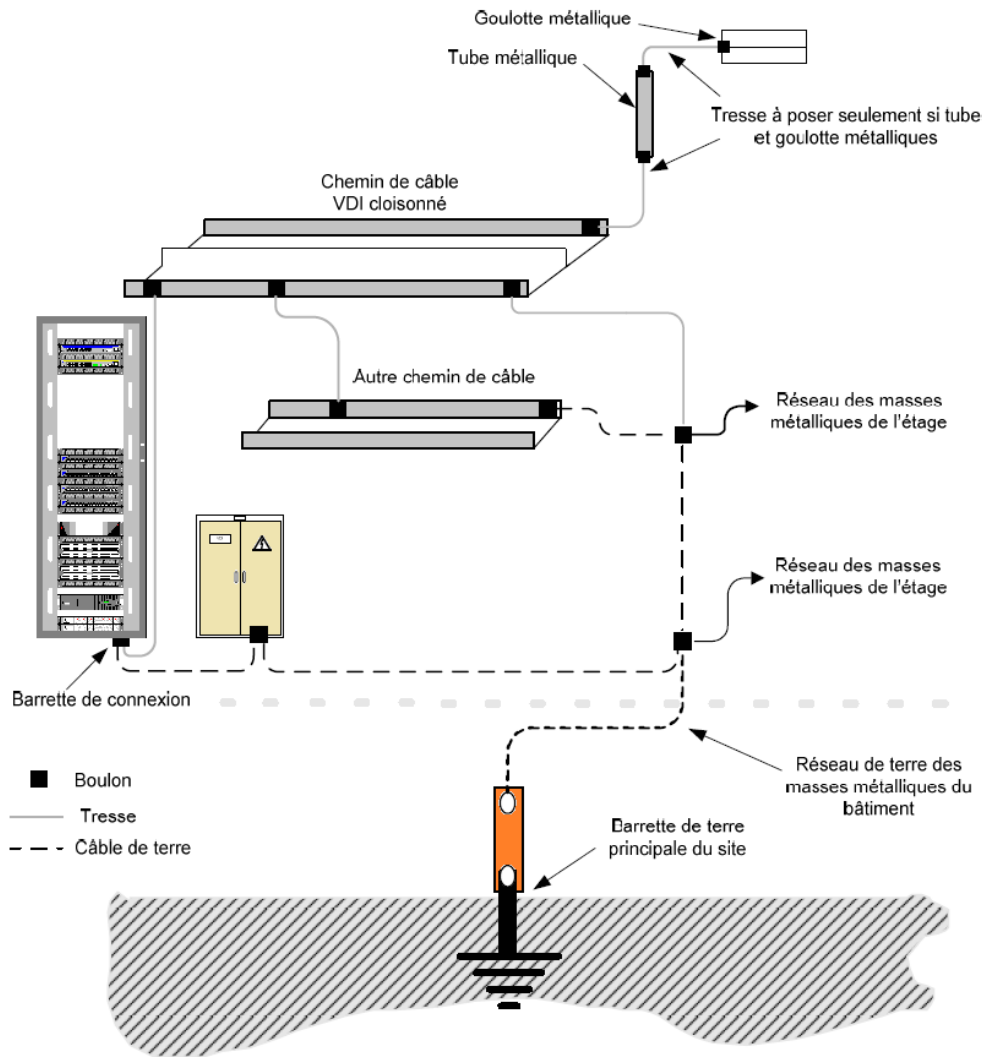
La terre de chaque local sera directement raccordée à la barre de terre. Cette terre aura une résistance inférieure ou égale à 3 Ohms. S'il est nécessaire de créer un nouveau puit de terre, celui-ci sera interconnecté au puits de terre existant.

Chaque bâtiment doit posséder un réseau de masse unique, le maillage de toutes les parties métalliques doit être optimisé.

Conformément à la norme EN 50174, aucune distinction ne doit être faite entre terre informatique et terre électrique. Il n'y a qu'un seul réseau de masse dans le bâtiment, avec un maillage maximal de toutes les parties métalliques (en particulier les chemins de câbles).

La sécurité des équipements électriques et électroniques est assurée par l'équipotentialité maximale à l'intérieur du bâtiment et non par la résistance de la terre.

Schéma de principe de mise à la terre :



Les câbles de mise à la terre des masses métalliques devront être repérés par une étiquette indélébile à leur connexion au puits de terre. L'ensemble des éléments métalliques du bâtiment (ferrailage, cheminements, tuyaux d'eau ou de chauffage, faux planchers...) devra être raccordé à la terre, de préférence selon une topologie maillée.

La barrette de masse interne de la baie VDI sera raccordée à la borne de terre de l'armoire électrique VDI du local par un câble de terre vert/jaune. L'armoire électrique du local sera également connectée par un câble identique à la colonne de terre la plus proche.

Pour information, le régime TN-S est le plus favorable car mieux adapté à l'alimentation des équipements informatiques tant du point de vue de la CEM que du point de vue des surtensions.

## A.5 Spécifications techniques VDI

### A.5.1 Tôlerie

De façon générale, tout local technique VDI est obligatoirement équipé d'une baie ou d'un coffret d'intégration au format 19". De même, **aucune baie ou coffret ne sera installé en dehors d'un local dédié à cette fonction**. La hauteur des baies ou coffrets dépendra de la densité d'équipements à y installer. Dans certains cas liés aux contraintes de transport et/ou d'encombrement, les baies doivent pouvoir être livrées démontées.

Pour des raisons évidentes d'intégration et d'évolutivité, l'usage du coffret doit rester limité et réservé aux petites installations. Il ne peut être mis en œuvre qu'avec l'accord préalable des services de la RGE avec la collaboration des établissements. En cas d'utilisation, sa profondeur doit être au minimum de 800mm. Des baies correctement équipées et aménagées sont le gage d'une bonne administration, exploitation et maintenance des installations VDI.

Sauf indication contraire ou spécification particulière, la hauteur standard de toute baie VDI à fournir est de 42 U (soit environ 2 m) et le format d'intégration 19". Par ailleurs, tous les coffrets et baies VDI installés au sein d'un même établissement sont équipés de serrures identiques. Il y a ainsi une clé **unique** par site.

Tout équipement de tôlerie dédié « répartition » sera fourni avec un dispositif complet de gestion des câbles et cordons fixé en fond de baie et sur les montants verticaux. De même, tout équipement de tôlerie sera fourni avec un lot d'écrous-cage pour montant 19", une quantité de 100 unités pour une baie 42 U, une quantité de 50 unités pour un coffret mural.

#### A.5.1.1 Baie « serveurs »

La baie serveur de taille 42 U est principalement dédiée à l'intégration de serveurs physique au format 19". La composition de base de cette baie est détaillée ci-après :

- Largeur : 800 mm
- Profondeur : 1000 mm (ou supérieure selon demande)
- Charge admissible : 800 kg
- Montants 19 pouces au nombre de 4, réglables en profondeur par l'intérieur
- Montants 19 pouces numérotés du bas vers le haut et du haut vers le bas
- Montants avant ajustés à 15 cm par rapport à la porte avant
- Pieds de nivellement au nombre de 4, réglables de l'intérieur (vérins réglables)
- Système anti-basculement escamotable
- Porte avant et arrière double, type Saloon en nid d'abeille, ouverture à 180°, avec fermeture à clé (2 points minimum)
- Panneaux latéraux démontables rapidement avec serrure pour plus de sécurité.
- Bandeaux de 8 prises de courant 2P+T au nombre de 2, sans interrupteur, raccordés sur des disjoncteurs différentiels 30 mA SI (1 disjoncteur par bandeau), Ces rails possèdent un voyant lumineux. En présence d'un onduleur, l'un sera ondulé et l'autre sera sur le courant normal.
- Lyres (métalliques) fixées sur les montants 19" AR (six de chaque côté, dimension minimum 100x60) pour faciliter le cheminement vertical des cordons
- Plateau support fixe sur montants AV et AR
- Kit de mise à la terre

Dans le cas où des baies serveurs sont accolées / juxtaposées, seuls les panneaux extérieurs de l'ensemble monté seront fournis. Les panneaux latéraux disposeront d'un système de mise à la masse automatique, cela évite d'oublier de reconnecter la terre (goujons + fil) après démontage pour cause d'intervention, par exemple.

### A.5.1.2 Baie de distribution

La baie de distribution sera de taille 42U, principalement dédiée à l'intégration de l'infrastructure FO et Cuivre, des équipements actifs et de sécurité des réseaux. La composition de base de la baie est détaillée ci-après :

- Largeur : 800 mm
- Profondeur : 800 mm
- Charge admissible : 500 kg
- Montants 19 pouces au nombre de 4, réglables en profondeur par l'intérieur
- Montants 19 pouces numérotés du bas vers le haut et du haut vers le bas
- Montants avant ajustés à 15 cm par rapport à la porte avant
- Pieds de nivellement au nombre de 4, réglables de l'intérieur (vérins réglables)
- Porte avant et arrière double type Saloon en nid d'abeille, ouverture à 180°, avec fermeture à clé (2 points minimum)
- Panneaux latéraux démontables rapidement avec serrure pour plus de sécurité.
- Bandeau verticale de gestion des câbles (métalliques) fixées sur les montants 19" (dimension minimum 100x60) pour faciliter le cheminement vertical des cordons de brassage.
- Bandeaux de 8 prises de courant 2P+T (au nombre de 2 minimum pour le RG et 1 pour le SR), sans interrupteur, raccordés sur des disjoncteurs différentiels 30 mA SI (1 disjoncteur par bandeau),
- Kit de mise à la terre

Dans le cas où des baies sont accolées / juxtaposées, seuls les panneaux extérieurs de l'ensemble monté seront fournis. Les panneaux latéraux disposeront d'un système de mise à la masse automatique, cela évite d'oublier de reconnecter la terre (goujons + fil) après démontage liée à une intervention, par exemple.

### A.5.1.3 Coffret de distribution

Le coffret de distribution sera de taille 9 U minimum, principalement dédié à la distribution de petits bâtiments (ateliers, gymnase, ...). Ces coffrets intègrent également les équipements de rocade cuivre et fibre optique. La composition de base d'un coffret de distribution est détaillée ci-après :

- Largeur : 600 mm
- Profondeur : 600 mm
- Système de fixation murale,
- Montants 19 pouces AV réglables en profondeur,
- Portes réversibles (charnières dégonflables sans outil) et démontage rapide,
- Porte avant vitrée avec fermeture à clé, ouverture à 180° gauche ou droite,
- Panneaux latéraux démontables rapidement par une serrure pour plus de sécurité,
- Bandeau alu de 8 prises de courant 2P+T, sans interrupteur, raccordés sur disjoncteur dédié.
- Kit de mise à la terre

Les panneaux latéraux disposeront d'un système de mise à la masse automatique, cela évite d'oublier de reconnecter la terre (goujons + fil) après démontage liée à une intervention, par exemple.

Pour permettre l'exploitation, le haut du coffret sera à 2 mètres du sol.

Le coffret, la fixation et le support doivent-êtres adaptés pour permettre de supporter à minima la contrainte de poids.



### A.5.1.4 Agencement des baies VDI

L'agencement des baies VDI devra être obligatoirement validé par les services en charge du numérique et sa maintenance à la Région avant le démarrage des travaux de câblage.

Une disponibilité de 30% de réserve est prévu pour chaque hébergement.

Chaque élément (panneau de distribution cuivre, fibre optique, commutateur) sera obligatoirement associé à un guide-cordons 19", de taille 1U et composé de 4 anneaux.

Sauf indication contraire, les baies et coffrets VDI seront agencés comme indiqué ci-dessous.

#### A.5.1.4.1 Baie Serveurs

Agencement de la baie serveur :

- Partie haute de la baie : Panneau de rocade optique depuis le Répartiteur Général.
- Partie centrale de la baie : Serveurs.
- Partie basse, en **face arrière** de la baie : Bandeaux d'alimentation de 8 prises 2P+T câblées sur le réseau électrique normal et ondulé (1 disjoncteur différentiel 30 mA SI par bandeau).

#### A.5.1.4.2 Baie RG – Répartiteur Général

La baie RG héberge exclusivement les équipements de « concentration des rocades CU et FO », les équipements fédérateurs et tous les équipements de « fonctions centrales », par exemple : routeur Internet, Appliance VPN, IPMG, IPBX ...

Agencement de la baie RG :

- Partie haute de la baie : Arrivée opérateur (FO), suivie des rocades optiques et cuivre.
- Partie centrale de la baie : Installation des commutateurs et convertisseurs opérateurs.
- Partie basse, en **face arrière** de la baie : 2 bandeaux d'alimentation de 8 prises 2P+T câblées sur le réseau électrique normal et ondulé (1 disjoncteur différentiel 30 mA SI par bandeau).

#### A.5.1.4.3 Baie SR – Sous-Répartiteur

La baie SR (ou coffret SR) assure la distribution des liaisons jusqu'au point d'accès. Elle héberge également l'ensemble des équipements actifs de distribution ou commutateurs.

Agencement de la baie SR :

- Partie haute de la baie : Panneaux de rocades fibre optique et cuivre, venant du RG.
- Partie centrale supérieure de la baie : Panneaux de distribution cuivre 24 ports RJ45 sur 1 U et guide-cordons associés.
- Partie centrale inférieure de la baie : Equipements de commutations 24 ou 48 ports sur 1 U et guide-cordons associés.
- Partie basse, en **face arrière** de la baie : Bandeau d'alimentation de 8 prises 2P+T câblées sur disjoncteur différentiel 30 mA SI (1 par bandeau)

Note : Sauf indication contraire, la fourniture, la pose, le raccordement et le paramétrage des équipements actifs sont à la charge de la Région et ses services dédiés.

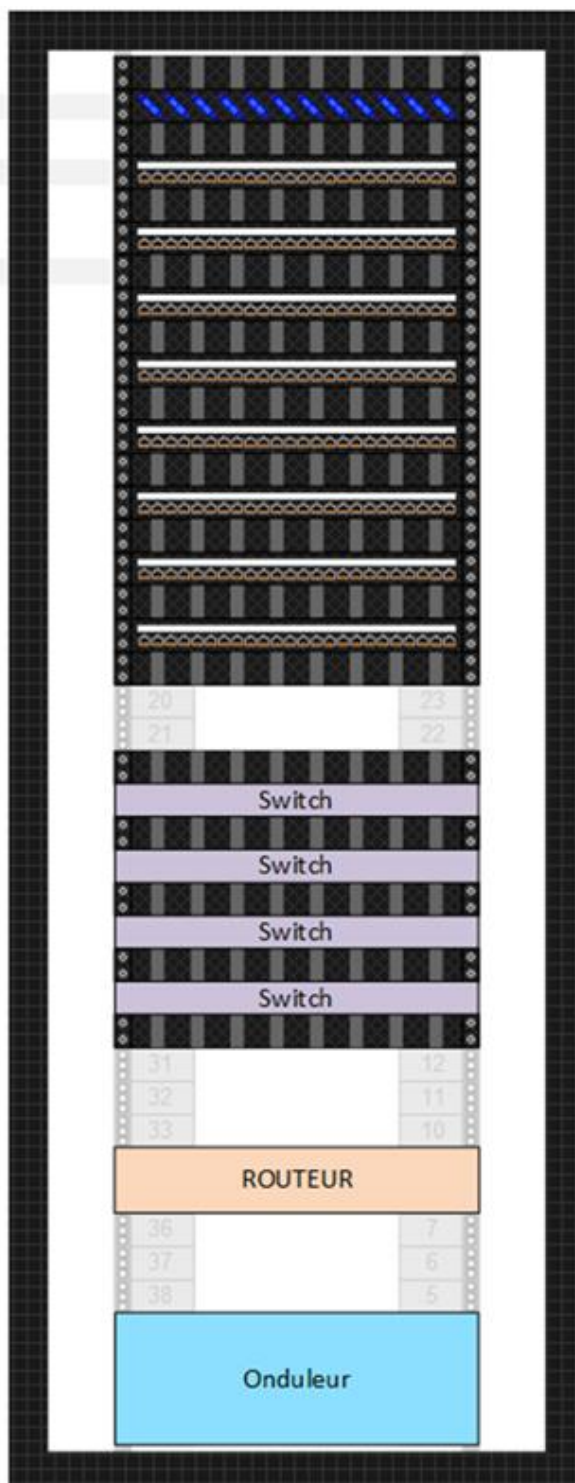
Une baie 42U permet d'héberger un maximum de 240 points RJ45 (10 panneaux de distribution cuivre 24 ports).

Exemple d'agencement d'une baie

Fibre optique

Panneau de brassage - 24 RJ45

Passe cordons



Bandeau 8 prises de courant ondulées



EN FACE ARRIERE – U20

Bandeau 8 prises de courant



EN FACE ARRIERE – U28

Dessin : Ingénis Consulting



## A.5.2 Rocades

L'architecture des rocades fibre optique ou cuivre doivent former une étoile.

Les rocades sont les liaisons reliant les Sous-Répartiteurs au Répartiteur Général. Ces liaisons doivent être directes sans équipements intermédiaires ou pont de coupure.

### A.5.2.1 Liaison fibre optique (FO)

Les liaisons fibre optiques sont constituées de panneaux ou tiroirs optiques. Le câblage optique doit être mis en place pour assurer les liaisons de distribution fédératrices entre les locaux techniques des différents bâtiments.

#### A.5.2.1.1 Fibre optique

Les fibres optiques (FO) à poser sont de type monomode, de diamètre 9/125  $\mu$  et conçue pour une utilisation intérieure et extérieure.

**Les fibres optiques préconnectorisées sont proscrites.** Les raccordements des brins optiques doivent être réalisés sur site après la pose du câble optique dans des cheminements dédiés.

Le cheminement total du câble optique (du RG au SR) devra être identifié sur les plans au format électronique dans un calque spécifique.

La gaine extérieure doit être de couleur vive, **pas de câble de couleur noir** (confusion avec du RO2V). De base, **les câbles FO sont de qualité OS2 et disposent de 24 brins** (12 brins installés sur connecteurs + 12 brins en attente dans le tiroir). Ces câbles seront de structure serrée sans gel, de construction diélectrique et ne contiendront aucun élément métallique. Leur gaine extérieure sera sans halogène et présentera une enveloppe ignifuge à faible niveau d'émission de fumée et de gaz toxiques et seront repérés par le sigle LSZH. Les matériaux utilisés devront limiter la production de fumée et le dégagement de gaz halogénés.

Pour rappel, le Règlement sur les Produits de Construction (RPC) en place en Europe depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2017 s'applique à tous les câbles de communication destinés à être utilisés dans des ouvrages de construction. Les câbles FO doivent se conformer au nouveau système de classification européen appelé Euroclasse (7 classes). La principale classification est fondée sur la propagation du feu et la libération de chaleur.

La norme de produits applicable pour les câbles est la norme EN 50575, celle-ci concerne les câbles fixes et ne concerne pas les cordons optiques.

**Caractéristiques Géométriques**

Caractéristiques	Valeurs spécifiques	Unité
Diamètre de champ de mode	9,2 ± 0.5	µm
Diamètre de gaine	125 ± 1.0	µm
Diamètre revêtement	245 ± 10.0	µm
Non-circularité cœur	≤ 6,0	%
Non-circularité cœur	≤ 2,0	%

**Paramètres Optiques**

Caractéristiques G	Valeurs spécifiques	Unité
Longueur de lien de transmission pour 1000Base-LX	5000	m
Longueur de lien de transmission pour 10GBase-LR	10000	m
Longueur de lien de transmission pour 10GBase-LX4	10000	m
Longueur de lien de transmission pour 10Gbit-FC	10000	m
Longueur de lien de transmission pour 40Gbit SR4	X	
Longueur de lien de transmission pour 100Gbit SR4	X	
Atténuation 850 nm	X	
Atténuation 1300 nm	0.4	dB/km
Atténuation 1385 nm	0.4	dB/km
Atténuation 1550 nm	0.28	dB/km
Uniformité d'atténuation	≤ 0,2	dB/km
Cut-off wavelength	1150 - 1330	nm
Dispersion 1285-1330 nm	≤ 3,5	ps/nm.km
Dispersion 1550 nm	≤ 18	ps/nm.km
Dispersion nulle	1310 ± 10	nm
Dispersion mode polarisation	≤ 0,2	ps/√km

Il pourra être demandé de poser de la Fibre optique 6 ou 12 brins pour la desserte de coffret PPMS isolé.

Par ailleurs, dans le répartiteur cible une boucle lovée de 5 m sera posée sur le chemin de câble et identifiée. Dans le tiroir optique un love de 1 m est demandé.

L'utilisation de câbles FO anti-rongeur doit être étudiée en fonction des zones de pose et du type de site.

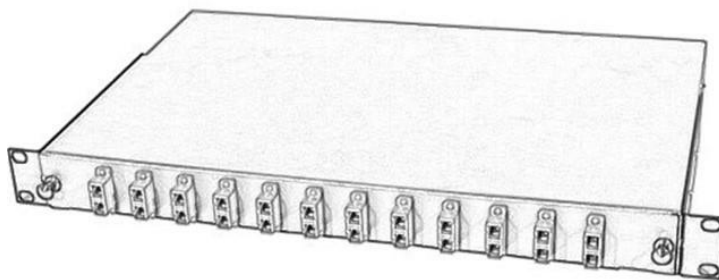
**A.5.2.1.2 Tiroir optique et guide-cordons**

Dans les locaux techniques, les fibres sont raccordées aux extrémités par l'intermédiaire de tiroirs optiques (19 pouces) intégrés dans les baies. Les tiroirs optiques sont montés sur glissière.

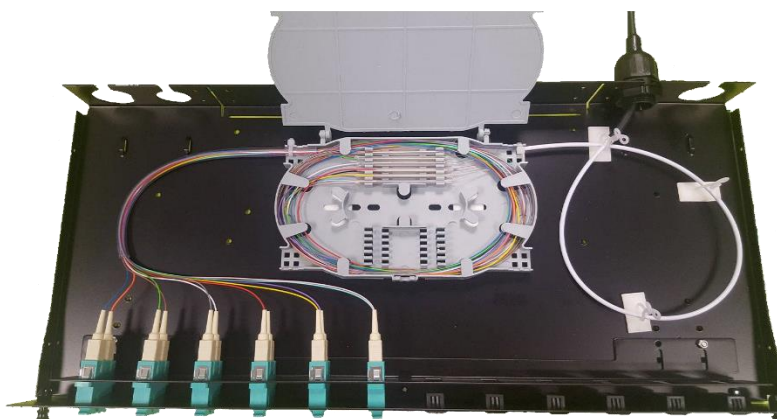
Les tiroirs optiques auront les caractéristiques principales suivantes :

- Panneaux 19" 1U dotés de traversées SC/SC avec une excellente tenue mécanique,
- Traversées de type SC/SC métallique avec bague de centrage céramique, fermement fixé au tiroir (même pour les emplacements n'hébergeant pas de connecteur),
- Cassettes d'épissure (distribution/lovage) : 6 paires par cassette,
- 24 ports permettant d'accueillir les connecteurs SC,
- Grande facilité d'intervention sur une fibre à l'arrière du panneau (-i.e.- un connecteur cassé à terme par exemple),
- Excellent maintien du câble (le câble ne doit plus bouger une fois les fibres raccordées).

Exemple de panneau FO



Vue intérieure d'un panneau FO



Le répartiteur optique doit être de forme modulaire pour prendre en compte :

- La connectique,
- L'épanouissement des fibres,
- Les raccordements des fibres,
- Le brassage des fibres,
- L'épissure des fibres.

Il doit permettre d'assurer différentes fonctions d'exploitation et de maintenance, telles que :

- L'aboutement de toute fibre d'un câble sur toute fibre d'un autre câble (jarretière de raccordement),
- La création, suppression ou mutation d'une liaison sans altérer les autres supports optiques,
- L'intervention sur un connecteur d'une tête de câble sans interrompre les autres liaisons de cette tête de câble,
- Le brassage des fibres, le stockage des surlongueurs de jonc (ou de tube) et de fibre en respectant les rayons de courbure et les « mous » nécessaires aux modifications, en cas de tension ou rupture des connecteurs.

La distribution d'un brin optique doit se faire sur le même emplacement géographique de la traversée du tiroir tenant et du tiroir aboutissant.

Code couleur à respecter :

	Code FOTAG	Code FT
Brin optique n°1	Bleu	Rouge
Brin optique n°2	Orange	Bleu
Brin optique n°3	Vert	Vert
Brin optique n°4	Marron	Jaune
Brin optique n°5	Gris	Violet
Brin optique n°6	Blanc	Blanc
Brin optique n°7	Rouge	Orange
Brin optique n°8	Noir	Gris
Brin optique n°9	Jaune	Marron
Brin optique n°10	Violet	Noir
Brin optique n°11	Rose	Turquoise
Brin optique n°12	Turquoise	Rose

Chaque tiroir optique sera systématiquement associé à un panneau guide-cordon (GC) afin de permettre une exploitation de qualité. Les GC à fournir seront de taille 1U et disposeront de 4 anneaux.

Exemple de panneau GC 4 anneaux



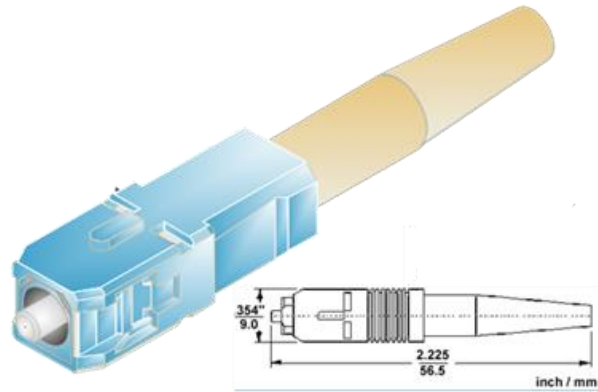
### A.5.2.1.3 Cordons optiques

Les cordons optiques auront les caractéristiques suivantes :

- Connecteurs de type SC, polissage PC
- Technologie « pigtail »,
- Perte d'insertion inférieure à 0,3 dB,
- De couleur **bleue** pour la **monomode**,

Ils seront dimensionnés et adaptés aux équipements actifs à connecter et bien entendu à la connectique de ces derniers.

Exemple de cordon optique SC PC



## A.5.3 Distribution « cuivre »

### A.5.3.1 Définition

La distribution « cuivre » ou distribution « horizontale » correspond à toutes les liaisons « cuivre » installées ou à installer entre un sous-répartiteur VDI et les prises RJ45 « poste de travail » de la zone d'influence.

L'ensemble des composants utilisés pour les chaînes de liaisons doit former un système de câblage cohérent et homogène répondant à des normes strictes, à des niveaux de performances élevés et à des exigences techniques particulières développées ci-après.

**Le système de câblage Voix / Données / Images doit être un câblage structuré écranté ou blindé offrant des performances liaisons "Classe EA" à 500 MHz.**

### A.5.3.2 Câbles de distribution

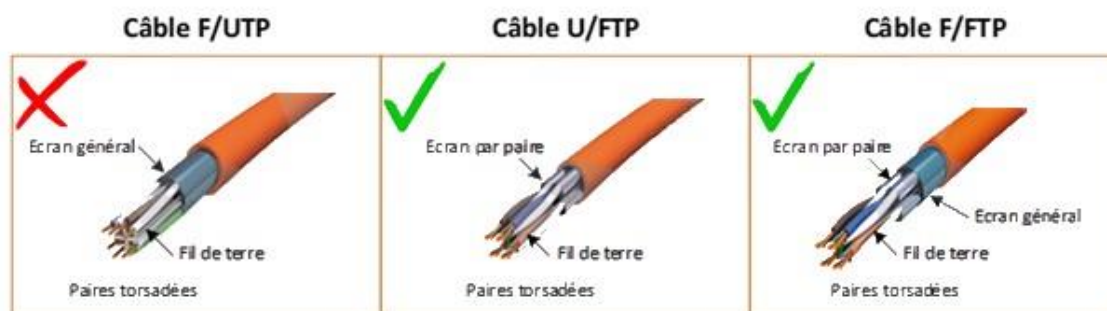
Les chaînes de liaison déployées sont de type catégorie 6a Classe Ea, avec protection par blindage et continuité des masses.

**Afin de garder une homogénéité et d'obtenir la garantie constructeur (minimum 20 ans), l'ensemble des composants Voix Données Images (câbles, prises, panneaux) sera issu du même constructeur.**

Chaque chaîne de liaison est composée d'un câble dont les caractéristiques sont les suivantes :

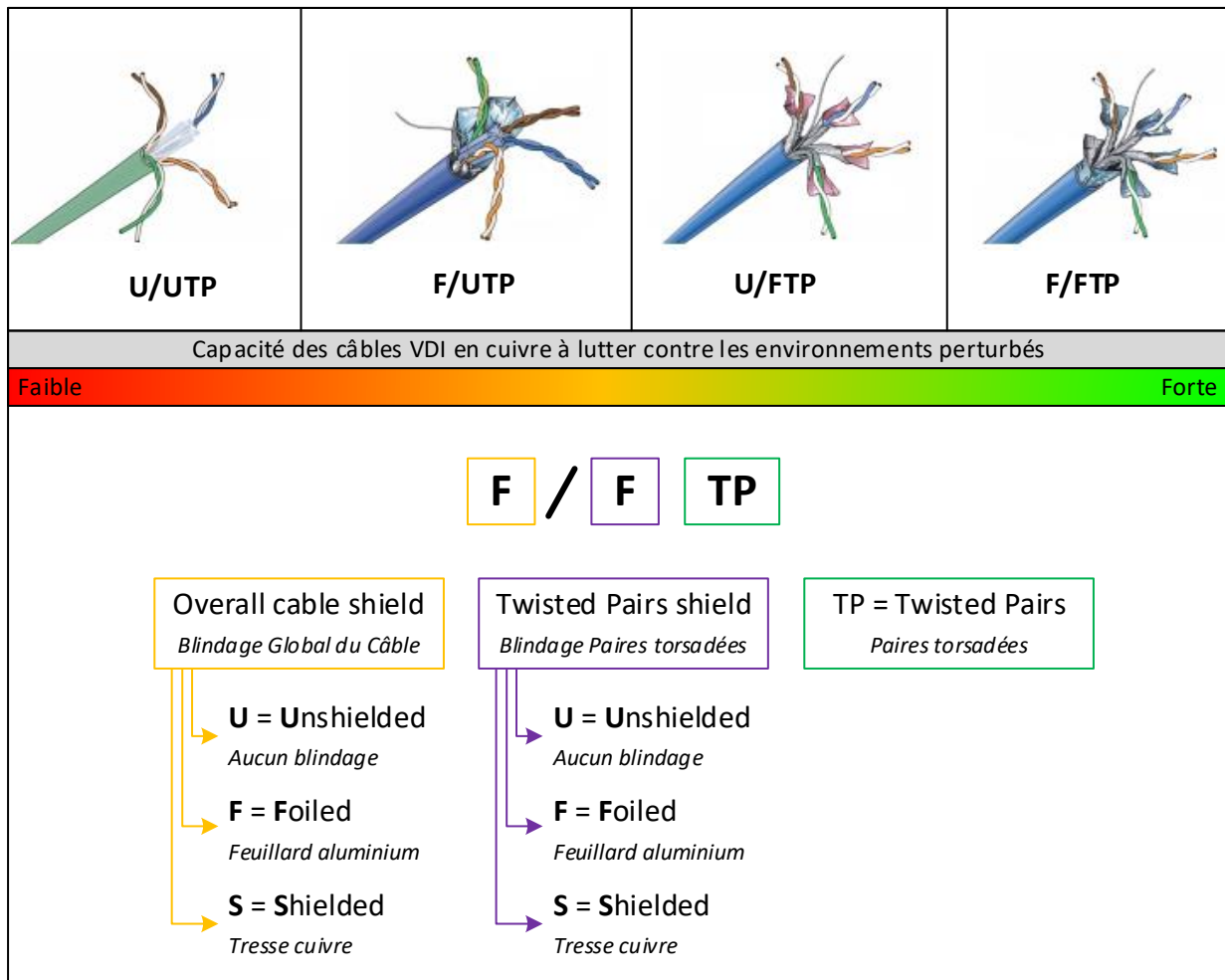
- 4 paires,
- Ecranté U/FTP ou F/FTP (Les câbles de Type F/UTP sont proscrits),
- Dca (opacité des fumées moyenne et acidité faible),
- RoSH (Directive concernant la non-utilisation de composant nocif),
- Catégorie 6a,
- 24 AWG de jauge minimum,
- Conforme aux normes ISO 11801 ed3 (2018) et EN 50173,
- Type 1x4 paires ou 2x4 paires (Les câbles 3x4 paires sont proscrits).

La longueur d'une chaîne de liaison fixe ne dépasse pas 90 mètres de longueur installée, finie (« lien permanent » ou « permanent link »).



Dessin : Ingénis Consulting

Ci-dessous, un tableau de correspondance des différents types de câble VDI :



Dessin : Ingénis Consulting

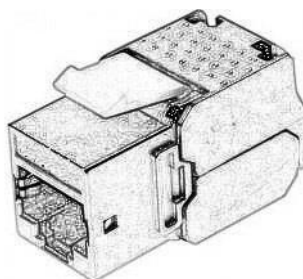


### A.5.3.3 Connecteur RJ45

Chaque chaîne de liaison est composée de deux connecteurs répondant aux spécifications suivantes :

- Catégorie 6a,
- Standard RJ45,
- 9 points (8 paires et reprise de masse du câble VDI),
- Blindé 360°,
- Conforme aux normes ISO 11801 ed2.0/Amd1&Amd2 et EN 50173,

L'interconnexion, entre le câble et chacun des connecteurs, est réalisé en affectation les paires du câble selon le schéma de câblage EIA/TIA 568B (Voir ci-dessous).



Dans le but de conserver les caractéristiques et les performances de la liaison, ainsi que pour respecter la norme, on dénude et on dépaire le câble au minimum (**12,5 mm maxi** de dépaillage et **30 mm maxi** de dégainage). Si ceci n'est pas respecté, **la connectique sera donc à refaire.**

### A.5.3.4 Panneau de brassage

Coté répartiteur, les connecteurs RJ45 seront montés sur panneaux de brassage 24 positions. Ces derniers seront exclusivement dédiés à la distribution horizontale vers les prises « postes de travail » et vers tout autre point d'accès RJ45 de la zone d'influence du répartiteur. Les panneaux de brassage devront être dimensionnés au standard 19" avec système d'ordonnement et d'arrimage des câbles par l'arrière pour le maintien des câbles et la reprise des efforts mécaniques. Ce système doit être parfaitement adapté à la protection mécanique des câbles et au maintien des performances du canal de transmission. Les panneaux assureront une mise à la terre automatique du blindage des connecteurs et de l'écran des câbles.

Si l'ensemble monté ne comprend pas de système de reprise automatique du contact de terre, les panneaux de raccordement devront être reliés à la clé de terre de la baie au moyen d'un conducteur de masse.

Les panneaux de raccordement seront équipés d'une surface d'étiquetage qui permettra l'identification de chaque connecteur RJ45 par étiquette gravée (ou tout autre système de repérage de durée et de résistance mécanique équivalentes). Chaque panneau de raccordement sera systématiquement associé à un panneau guide-cordon (GC) afin d'en faciliter l'exploitation et permettre une meilleure « lecture » du brassage.

Les panneaux de brassage 24 ports RJ45 présenteront les caractéristiques suivantes :

- Format 19" de hauteur 1 U,
- Continuité de masse avec les connecteurs RJ45 blindé 360,
- Connecteur de reprise de masse globale,



- Bras de support du câble avec attache, en face arrière.

Les 24 connecteurs seront installés sur le panneau de brassage.

#### Exemple de panneau 24 ports équipés RJ45



### **A.5.3.5 Cordons RJ45-RJ45**

On distinguera les cordons de brassage utilisés dans les baies de répartition pour l'affectation des ressources et les cordons de liaison pour le raccordement des équipements du poste de travail.

Si la quantité de cordons n'est pas précisée dans les documents d'étude ou de consultation, celle-ci correspondra au nombre de prises RJ45 déployées multiplié par 2.



#### **A.5.3.5.1 Cordons de brassage**

Les cordons de brassage (utilisés dans les baies ou coffrets) seront de performances et de structures identiques aux autres composants du système de câblage en place ou à poser, à savoir :

- Constructeur idem au constructeur de la chaîne de liaison,
- Composition 4 paires, impédance 100 Ohms,
- Catégorie 6A classe EA, bande passante minimale 500 Mhz,
- Structure écrantée U/FTP ou F/FTP (selon chaîne de liaison en place),
- Sans halogène de type LSOH selon les critères flammabilité IEC 332-1,
- Longueurs disponibles de 0,5 m à 3 m.

Par défaut, les cordons de brassage seront de couleur grise. Sur demande spécifique du Maître d'Ouvrage, il pourra être demandé de fournir des cordons de couleurs dédiés à des usages spécifiques.

#### **A.5.3.5.2 Cordons de liaison**

Les cordons de liaison (utilisés pour la connexion du poste de travail ou de tout autre équipement terminal) seront de performances et de structures identiques aux autres composants du système de câblage en place ou à poser, à savoir :

- Constructeur idem au constructeur de la chaîne de liaison,
- Composition 4 paires, impédance 100 Ohms,
- Catégorie 6A classe EA, bande passante minimale 500 Mhz,
- Structure écrantée U/FTP ou F/FTP (selon chaîne de liaison en place),
- Sans halogène de type LSOH selon les critères flammabilité IEC 332-1,
- Longueurs disponibles de 1,5 m à 5 m.

Par défaut, les cordons de liaison seront de couleur grise. Il pourra être demandé la fourniture de cordon de longueur supérieure à 5 m pour le raccordement d'équipement isolé, mobile ou éloigné d'une prise RJ45 sans toutefois dépasser les 10 m.

## A.5.4 Point d'accès (PA)

### A.5.4.1 Définition

Le point d'accès (PA) est un assemblage de prises courant faible complété éventuellement avec des prises de courant fort. Il constitue le point de connexion de tout équipement communicant sur le réseau.

Le caractère universel des technologies IP, la multiplicité des équipements communicants et les nouveaux usages dans les établissements ont conduit à créer plusieurs types de points d'accès, sachant que le point d'accès (PA) le plus modeste est composé d'une prise RJ45 encastrée (murale), montée en boîtier ou en goulotte.

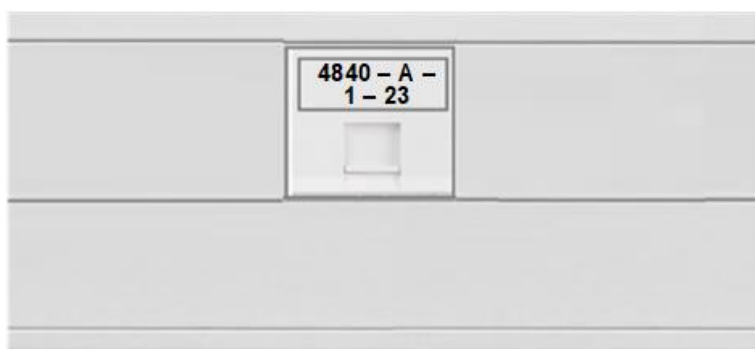
### A.5.4.2 Présentation des différents points d'accès

Les différents points d'accès référencés sont détaillés dans les chapitres suivants.

#### A.5.4.2.1 Point d'accès type PA1

Le PA1 est composé d'une prise RJ45 simple sur plastron au format 45 x 45 avec porte étiquette et volet de protection du noyau RJ45 (en cas de non-utilisation). Le PA1 est posé à hauteur de plan de travail, il peut être encastré, monté en boîtier, en goulotte ou en colonne.

→ *Application : téléphone isolé, ...*



Présentation d'un PA1, à titre indicatif

#### A.5.4.2.2 Point d'accès type PA1P (plafond)

Le PA1P est composé d'une prise RJ45 simple sur plastron au format 45 x 45 avec porte étiquette et volet de protection du noyau RJ45 (en cas de non-utilisation). Il est fixé à hauteur de plafond (ou dans le plenum du faux plafond démontable si existant). Le PA1P peut être encastré, monté en boîtier ou en goulotte.

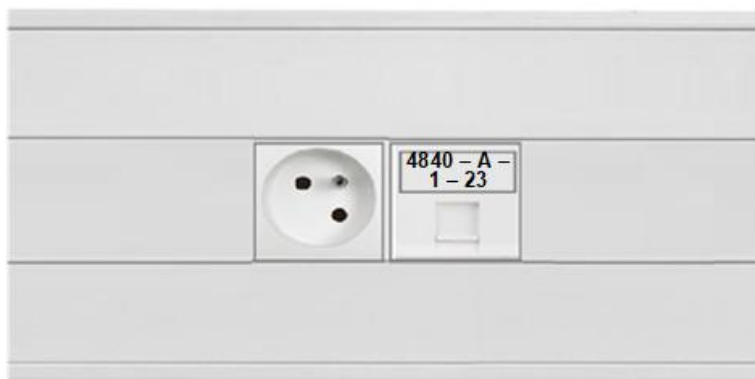
→ *Application : borne WIFI (position selon étude de couverture), borne DECT, caméra ...*

Note : Un chapitre spécifique « borne WIFI » du présent document précise les modalités de pose du point d'accès PA1P et des équipements WIFI.

### A.5.4.2.3 Point d'accès type PA2

Le PA2 est composé d'une prise RJ45 simple sur plastron au format 45 x 45 avec porte étiquette et volet de protection du noyau RJ45 (en cas de non-utilisation) et d'une prise électrique 2P+T. Le PA2 est posé à hauteur de plan de travail. Le PA2 peut être encastré, intégré en boîtier, en goulotte ou en colonne.

→ *Application : impression, copieur, borne multiservice, ...*



Présentation d'un PA2, à titre indicatif

### A.5.4.2.4 Point d'accès type PA2P (plafond)

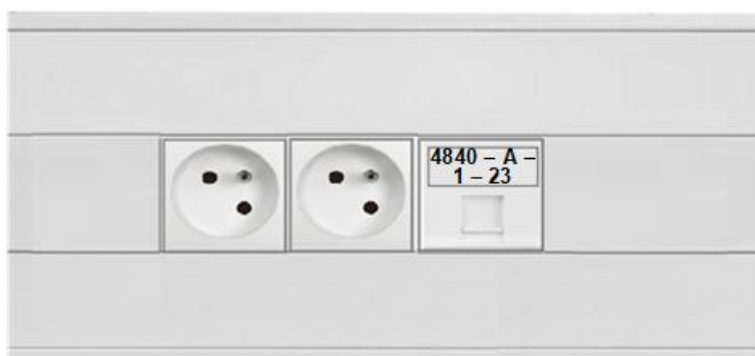
Le PA2P est composé d'une prise RJ45 simple sur plastron au format 45 x 45 avec porte étiquette et volet de protection du noyau RJ45 (en cas de non-utilisation) et d'une prise électrique 2P+T. Le PA2P est posé à hauteur de plafond (ou dans le plenum du faux plafond démontable si existant). Le PA2P peut être encastré, intégré en boîtier ou en goulotte.

→ *Application : afficheur dynamique, ...*

### A.5.4.2.5 Point d'accès type PA3

Le PA3 est composé d'une prise RJ45 simple sur plastron au format 45 x 45 avec porte étiquette et volet de protection du noyau RJ45 (en cas de non-utilisation) et de deux prises électriques 2P+T. Le PA3 est posé à hauteur de plan de travail. Le PA3 peut être encastré, intégré en boîtier, en goulotte ou en colonne.

→ *Application : poste de travail simple, ...*



#### A.5.4.2.6 Point d'accès type PA3P (plafond)

Le PA3P est composé d'une prise RJ45 simple sur plastron au format 45 x 45 avec porte étiquette et volet de protection du noyau RJ45 (en cas de non-utilisation) et de deux prises électriques 2P+T. Le PA3P est posé à hauteur de plafond (ou dans le plenum du faux plafond démontable si existant). Le PA3P peut être encastré, intégré en boîtier ou en goulotte.

→ Application : afficheur dynamique en hauteur, ...

#### A.5.4.2.7 Point d'accès type PA4

Le PA4 est composé d'une prise RJ45 simple sur plastron au format 45 x 45 avec porte étiquette et volet de protection du noyau RJ45 (en cas de non-utilisation) et de trois prises électriques 2P+T. Le PA4 est posé à hauteur de plan de travail. Le PA4 peut être encastré, intégré en boîtier, en goulotte ou en colonne.

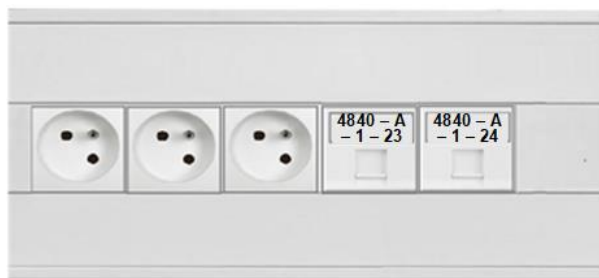
→ Application : poste de travail avec périphérique, ...



#### A.5.4.2.8 Point d'accès type PA5

Le PA5 est composé de deux prises RJ45 sur plastrons au format 45 x 45 avec porte-étiquette et volet de protection des noyaux RJ45 (en cas de non-utilisation) et de trois prises électriques 2P+T. Le PA5 est posé à hauteur de plan de travail. Le PA5 peut être encastré, intégré en boîtier, en goulotte ou en colonne.

→ Application : poste de travail avec périphérique et téléphone numérique ou analogique, fax ...



Présentation d'un PA5, à titre indicatif

#### A.5.4.2.9 Point d'accès type PA1V

Le PA1V est un point d'accès dédié au raccordement exclusif d'équipement de vidéo projection en salle de cours. Il est positionné au plafond (ou dans le plenum du faux plafond démontable si existant). Il est composé d'une prise électrique 2P+T, d'un câble avec son connecteur mâle USB haute performance et d'un câble avec son connecteur mâle HDMI haute performance. Les deux câbles sont raccordés au point d'accès « professeur » type PA3V situé à l'avant de la même salle. Les deux câbles disposent d'une sur longueur de 2 ml - coté vidéoprojecteur.

→ *Application : vidéo projection en salle de cours, relié à un point d'accès de type PA3V*



Présentation d'un PA1V, à titre indicatif

#### Point d'accès type PA3V

Le PA3V est un point d'accès spécifique « poste de travail professeur » positionné à l'avant de la salle de cours. Le PA3V est posé à hauteur de plan de travail et peut être encastré, intégré en boîtier ou en goulotte.

Le PA3V est composé d'une prise RJ45 sur plastron au format 45 x 45 avec porte-étiquette et volet de protection du noyau RJ45 (en cas de non-utilisation), de deux prises électriques 2P+T, d'un câble avec son connecteur mâle USB haute performance et d'un câble avec son connecteur mâle HDMI haute performance. Ces deux câbles sont directement raccordés au point d'accès PA1V situé au plafond à l'avant de la salle. Les deux câbles disposent d'une sur longueur de 2 à 3 ml - coté poste de travail professeur (longueur à valider avec le maître d'ouvrage) sans excéder une longueur totale de 10 ml.

Le PA3V pourra disposer de prises HDMI et USB femelles sur plastron au format 45 x 45. Néanmoins, le nombre de points de coupures sur les liaisons USB / HDMI et la longueur des câbles de raccordement seront limités, ceci pour éviter tout l'affaiblissement des signaux entre les 2 PA.

Aussi, sauf indication contraire, le principe retenu par la Région consiste à la pose « inter PA » (entre le PA1V et le PA3V) de câbles HDMI et USB avec connecteurs prémontés par le fabricant et sur longueur de 2 à 3 ml coté poste enseignant.

La qualité du câble HDMI posé sera égale ou supérieure à la certification « HDMI High Speed ». L'entreprise en charge de l'installation apportera la preuve de certification du câble fourni en précisant la

référence du fabricant indiquée sur le BL. La fiche descriptive du fabricant du câble HDMI sera fournie dans le DOE.

La qualité du câble USB 3.0 avec connecteur mâle / mâle de type A sera de qualité AWG24/28 - Super-Speed (max. 5Gbps). L'entreprise en charge de l'installation apportera la preuve de certification du câble en précisant la référence du fabricant indiquée sur le BL. La fiche descriptive du fabricant du câble HDMI sera fournie dans le DOE.

→ *Application : poste de travail professeur en salle de cours, relié à un point d'accès de type PA1V*



*Présentation d'un PA3V, à titre indicatif*

### **Important :**

Les points d'accès PA1V et PA3V sont principalement, voire exclusivement, destinés à l'équipement des salles de classe et à la connexion de système de vidéo projection avec ou sans enceintes murales. Les câbles vidéo et audio à poser entre ces points d'accès (poste de travail professeur / équipements vidéo et audio) sont en « liaison directe », ils ne cheminent pas par un local technique intermédiaire (de type sous-répartiteur). Les cheminements de ces câbles sont donc à considérer tout spécifiquement (voir chapitre A.6.6.3).



### A.5.4.3 Point d'accès WIFI

#### A.5.4.3.1 Contexte

Une grande partie des établissements de la Région Grand Est a été équipée d'une infrastructure WIFI dans le cadre du programme « Lycées 4.0 ». Néanmoins, il pourra être demandé d'installer et raccorder des bornes WIFI (fournies par les services de la Région ou de manière déléguée) dans la cadre d'extension, de restructuration ou de construction d'un établissement.

#### A.5.4.3.2 Mode de pose

Les bornes seront positionnées au mur, à une distance de 20 cm du faux plafond. L'emplacement défini par l'étude, sur les plans fournis au démarrage des travaux, devra être respecté précisément. Une marge maximale de 2 m par rapport au point de pose initial pourra toutefois être acceptée si la configuration du local à équiper le nécessite (à valider sur le chantier) et seulement si la borne ne change pas de local d'installation.



Dessin : Ingénis Consulting

En l'absence de faux plafond démontable, les bornes WIFI seront fixées au plafond avec les kits de montage spécifiques fournis par le constructeur (platine support).



En cas de fixation murale (en présence de plafond très haut), les bornes WIFI seront montées sur support fixe non mobile (pas de cloison démontable etc...). Dans les gymnases, en cas de montage mural, l'ensemble borne et boîtier prise RJ45 (PA1P) sera protégé par un dispositif mécanique non métallique capable de résister aux impacts et chocs liés à la pratique de sports en salle (ballons de basket etc... ).

#### Exemple de borne Wifi dans un gymnase



*Dessin : Ingénis Consulting*

Dans tous les cas, l'ensemble « boîtier, point d'accès, borne, support et cordon RJ45 » sera solidement installé à une hauteur supérieure à 2,50 m et sera de présentation discrète et compacte. Le cordon de liaison sera enroulé autour de la borne (selon modèle) ou fixé par rilsan afin d'éviter tout risque d'arrachement intentionnel ou non.

L'ensemble constituant le point d'accès Wifi sera repéré :

- Sur le boîtier mosaic dans le faux plafond,
- Sur le rail du faux plafond permettant la lecture du numéro depuis le sol,
- Sur la borne Wifi.

## A.5.5 Point de consolidation

### A.5.5.1 Objet

Le positionnement idéal des points d'accès n'existe pas, des demandes de modification géographique de prises peuvent être formulées après leur installation. Le câblage VDI préconisé ci-dessus ne permet pas de réaliser un déplacement de prises facilement dans le respect des normes et des règles de l'art :

- Câble 4 paires UFTP ou FFTP de structure plutôt rigide,
- Câble parfois trop court,
- Cheminement inadapté ou inexistant etc...
- Obligation de retester la liaison modifiée, perte de la garantie.

La point de consolidation apporte une souplesse et une évolutivité permettant de traiter facilement ces demandes.

Les normes ISO 11 801 éd. 2 et EN 50 173-1 prévoient la possibilité d'insérer un point de raccordement complémentaire dans un canal de communication horizontal en paires symétriques.

Pour répondre aux besoins des utilisateurs qui visent à accroître la modularité dans la gestion de l'espace, le recours aux points de consolidation permet d'alimenter un poste de travail avec une perche équipée de prises data que l'on connecte sur des prises en attentes dans ce faux-plafond.

- Avoir un câblage homogène et structuré.

Aujourd'hui la plupart des utilisateurs réclament un système évolutif. Avec l'utilisation des points de consolidation, chaque point d'accès fixe reçoit un prolongateur qui peut être déplacé ou retiré.

- Points d'accès fixes et identifiés sur plan.

Une distribution horizontale étudiée offre la flexibilité des postes de travail. L'utilisateur sait où connecter ses terminaux de communication en tout point du bâtiment.

- Facilite la maintenance et la gestion du câblage.

Le gestionnaire du câblage pourra maîtriser et anticiper les contraintes fonctionnelles de la vie de son bâtiment ;

- Optimise le nombre de postes de travail.

Il permet de trouver le juste équilibre entre les ressources et le nombre d'utilisateurs ;

En outre, le point de consolidation répond également aux problématiques suivantes :

- Emplacement des prises informatiques non défini ou sujet à évolution (atelier, salle EXAO, prise Wifi ...) lors de la phase de consultation du marché,
- Nombre final de prises dans une salle ou un local connu mais positionnement non défini.

### A.5.5.2 Principe de pose

Le principe de pose consiste à installer les prises réseaux RJ45 à l'entrée ou à un endroit judicieusement choisi dans la zone à équiper. On préférera une installation en faux plafond démontable.

Dans le cas contraire le titulaire mettra en œuvre un cheminement sans câblage apparent validé par le maître d'ouvrage. A partir de ce point le câble utilisé sera du câble réseau souple jusqu'à chaque prise terminale choisie (nommé également point d'accès).

### **A.5.5.3 Point d'accès (consolidation)**

Les points d'accès au réseau (prises RJ45 femelles) sont positionnés dans le local à équiper (sur goulottes ou colonnes) et reliés avec du câblage souple, cheminant en goulotte, au point de consolidation. Cette liaison est appelée « cordon de consolidation ».

### **A.5.5.4 Jonction câble souple / rigide**

La jonction entre les deux câbles (rigide et souple) s'appelle « point de consolidation ». Elle est réalisée avec la technologie RJ45, prise RJ45 femelle sur le câble rigide solidement fixée au bâtiment et prise RJ45 mâle à cette extrémité du cordon souple.

### **A.5.5.5 Regroupement du point de consolidation**

Les points de consolidation peuvent être regroupés dans des solutions de type boîtier de distribution de zone pour améliorer le repérage. Par zone il est entendu secteur couvert par le besoin d'installation de points d'accès, salle de classe, bureau, atelier, local technique ...

Ils sont nommés précisément et repérables facilement dans les spécificités du projet. Une zone peut couvrir plusieurs secteurs.

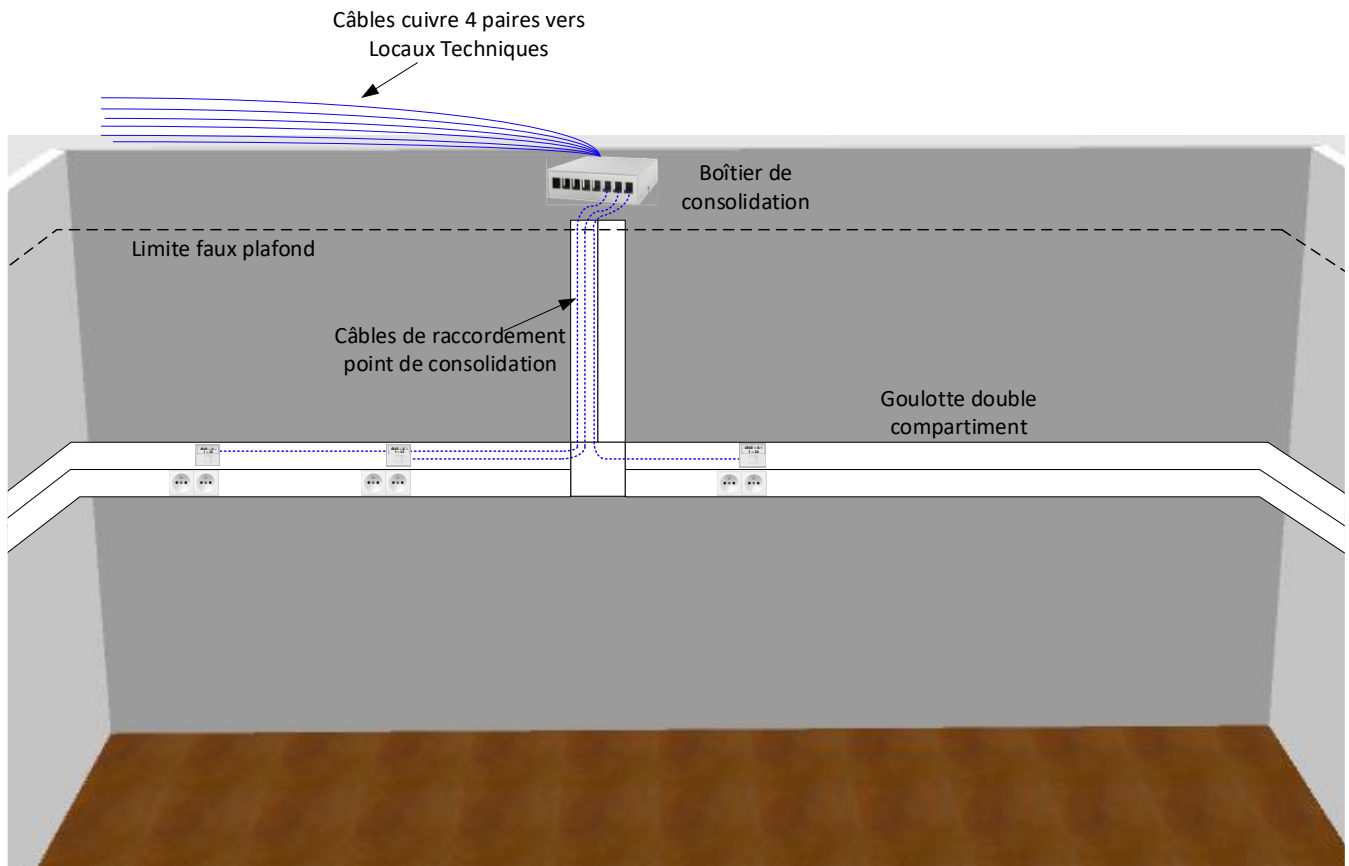
### **A.5.5.6 Usage et incidence**

Le déplacement des points d'accès au réseau ne nécessite plus une certification du câblage. Les autres avantages sont :

- Le câblage « rigide » n'est pas modifié,
- Les cordons de consolidation sont certifiés lors de la fabrication,
- L'opération est réalisable par les équipes techniques présentes sur le site,
- Peu d'outils spécifiques nécessaires,
- Pas de sertissage,
- Si un cordon de consolidation est trop court, il suffit d'en acquérir un à la bonne longueur,
- Adapté au positionnement d'un point Wifi.

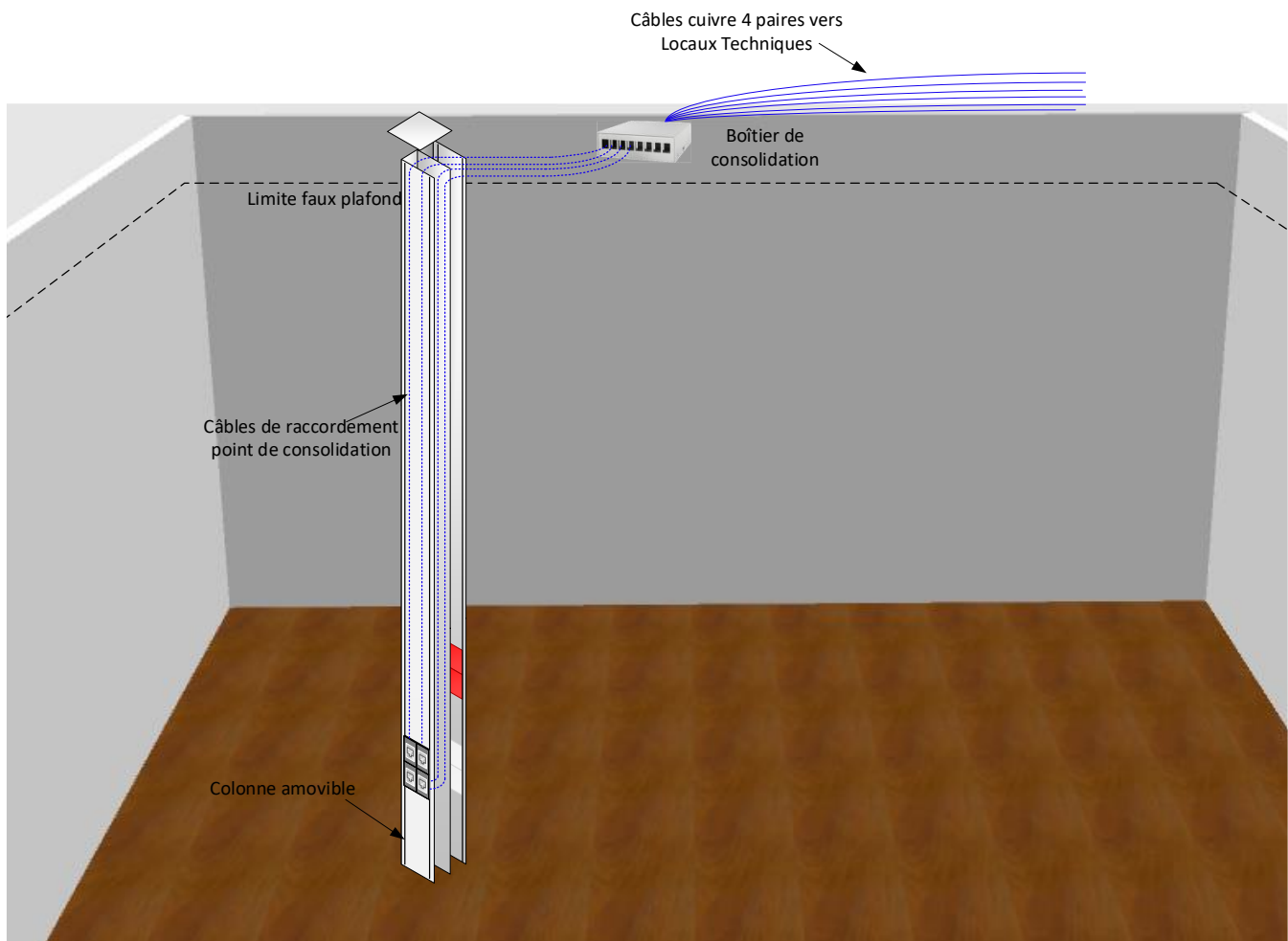
Le cheminement des câbles dans le local à équiper est étudié pour que tous les câbles partent du même endroit (généralement à l'entrée du local, dans le faux plafond) permettant une totale modularité du câblage.

Exemple d'utilisation du point de consolidation pour PA en goulotte



Dessin : Ingénis Consulting

Exemple d'utilisation du point de consolidation pour PA en colonne



Dessin : Ingénis Consulting

Exemple des équipements utilisés



Câble de raccordement point de consolidation



Boîtier de consolidation

La mise en place d'un point de consolidation fera l'objet d'une étude particulière, selon le projet, pour répondre aux points suivants :

- Mise à disposition d'un câblage structuré et homogène en un lieu à définir et de manière sécurisée (non visible),
- Identification claire du nombre de point d'accès possible dans un secteur limité,
- Gestion des derniers mètres par des cordons, dont la pose peut être indépendante d'un marché de câblage.

## A.5.6 Cheminements des câbles

### A.5.6.1 Préambule

Comme indiqué dans la norme EN 50173-1, les câbles sont obligatoirement installés en canalisation (Chemin de câble, goulotte, colonnes, gaine ou tube) et ceci sur toute leur longueur.

L'ensemble de ces canalisations est dimensionné pour disposer d'une réserve effective de 30% en fin de travaux tout en respectant les normes et les règles de l'art. Ce prérequis doit être pris en compte lors de l'étude d'encombrement des canalisations.

Les cheminements doivent respecter les espacements, vis-à-vis du courant fort général et du courant fort informatique, selon les recommandations CEM évoquées plus bas.

### A.5.6.2 Règles d'implantation générales

Les cheminements principaux horizontaux et verticaux sont réalisés avec des chemins de câbles de type "dalle marine" en priorité à chaque fois que cela est possible. Les chemins de câbles ne sont jamais apparents. Ils sont dissimulés dans les faux plafonds ou habillés avec un caisson coupe-feu équipé d'un couvercle vissé et facilement démontable. Les caissons doivent être peints (couleur à valider avant la fin de la réalisation).

Les dérivations des câbles issus des cheminements principaux sont réalisées avec :

- Des tubes IRO ou gaine ICT dans les parties cachées (faux plafond par exemple) et dans certaines zones à vocation technique : ateliers, sous-sol, locaux de brassage, ...
- Des goulottes PVC de couleur blanche dans les parties visibles où l'esthétique et l'intégration dans l'environnement doit être privilégiées.

Le choix des modes de passages horizontaux et des types de supports des postes de travail qui y sont associés, entraîne d'importantes conséquences sur les qualités organisationnelles des câblages et sur la flexibilité des espaces. Ce choix aura une influence certaine sur les conditions de travail des utilisateurs du site. Dans tous les cas, leur dimensionnement présentera une réserve de 30 % minimum à la fin des travaux.

### A.5.6.3 Règles d'implantation particulières (équipements de salle de cours)

Les salles de cours sont équipées de points d'accès PA1V et PA3V. Ceux-ci permettent le raccordement au réseau du poste de l'enseignant (RJ45) mais aussi le raccordement d'équipements de vidéo projection (VP / VPI).

Les PA1V sont à installer au plafond (ou dans le plenum du faux plafond démontable si existant) des salles de cours. Ces points d'accès intègrent, en plus d'une prise électrique 2P+T, un câble HDMI, un câble USB, voire un câble jack à raccorder directement sur le vidéoprojecteur.

Comme indiqué dans le chapitre A.5.4.2, les PA1V et PA3V sont reliés entre eux par un câble HDMI et un câble USB, un câble jack pour la liaison directe des haut-parleurs au poste de l'enseignant peut se rajouter (cas minoritaire, les HP étant reliés au VP / VPI).

Les réservations et les canalisations sont à prévoir spécifiquement pour cheminer ces liaisons « inter PA ». Celles-ci devront prévoir l'intégration des câbles HDMI et USB avec les connectiques d'extrémité appropriées.



Dans le cadre de projets de construction, de restructuration ou d'extension de bâtiment intégrant des salles de classe, les réservations et canalisations « inter PA » seront prévues dans les études préalables (APS / APD) du BET et seront spécifiées clairement dans le descriptif des lots travaux. Cette disposition permettra d'éviter la mise en œuvre de cheminements apparents et encombrants à l'avant des salles de classe. Il va de soi que le dimensionnement des canalisations respectera une réserve de 30 % et permettra le remplacement aisé des câbles en cas d'obsolescence de ceux-ci.

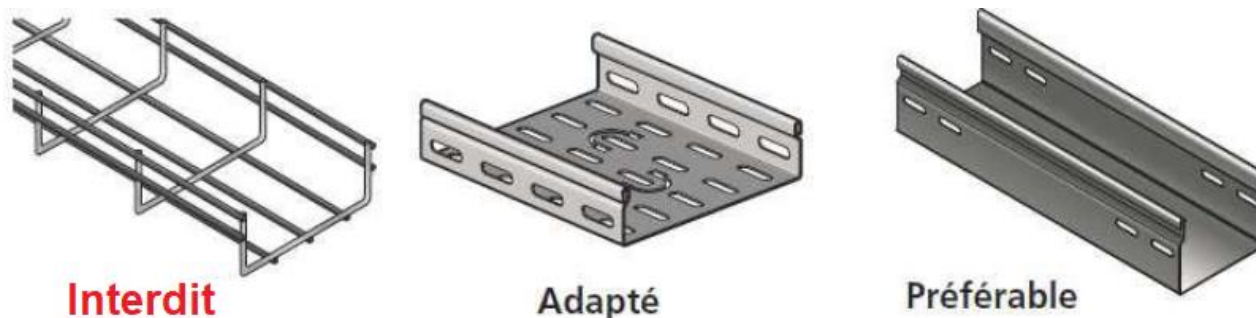
Dans le cas de salle de classe existante à équiper, il sera prévu un cheminement inter PA (PA1V / PA3V) de type goulotte PVC blanche dimensionnée pour l'intégration des câbles susmentionnés avec réserve de 30 %.

Le type d'équipement de vidéo projection et l'agencement de ceux-ci dans les salles de classe (ou tout local équipé VP / VPI) sont précisés dans des documents dédiés et régulièrement mis à jour (selon marché en cours). Ceux-ci sont disponibles auprès des services de la Région. L'Entreprise (MOE /BET / MOA / installateurs) se renseignera auprès des services concernés de la Région pour disposer des documents de référence applicables.

### A.5.6.4 Chemins de câbles

#### A.5.6.4.1 Type et dimensionnement des chemins de câbles

Des chemins de câbles distincts supporteront les courants forts et les courants faibles. Pour les courants faibles (câbles VDI), seuls des chemins de câbles types dalles en tôle perforée galvanisée à chaud seront utilisés. Ils seront dimensionnés de façon à permettre une extensibilité de 30 % minimum selon leur utilisation, horizontale ou verticale, et seront étiquetés. Pour les courants faibles (câbles VDI), les chemins de câbles de type « Unifil ou treillis soudé » sont proscrits.



La dimension minimum des chemins de câbles est de 100 mm x 50 mm. Les chemins de câbles sont fixés selon les règles de l'art, à tous les deux mètres au maximum.

Les chemins de câbles doivent être raccordés correctement à la terre générale des masses du bâtiment. Toutes les dalles sont éclissées au moyen des raccords spéciaux prévus par les fabricants (pas de collier de type rilsan). De plus, ils doivent être doublés d'un conducteur de terre, non isolé, de forte section (25 mm<sup>2</sup>). Ce conducteur est raccordé par borne sans coupure aux dalles du chemin de câbles (deux connexions par dalle). Si deux chemins de câbles cheminent en parallèle dans un même côté du couloir, ils sont mécaniquement liés ensemble tous les deux mètres, au niveau des supports, afin d'éviter de créer une boucle électrique entre les deux supports (problèmes de foudre).

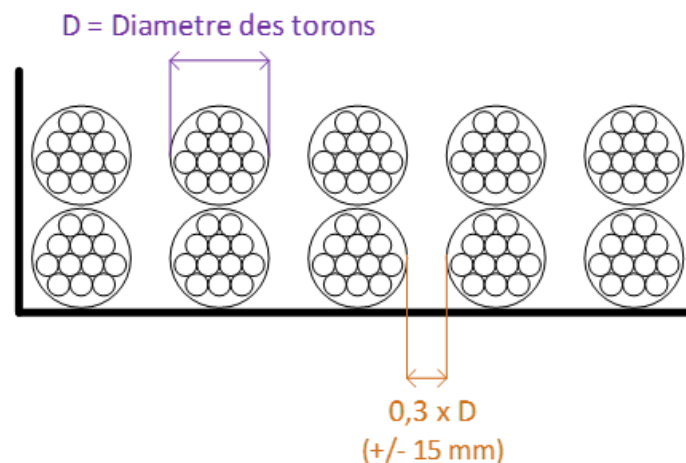
Pour les cheminements métalliques, les formes « enveloppantes » donnent les meilleures protections CEM. De même, la hauteur du faisceau dans le chemin de câble doit être plus basse que les côtés

(ailes). L'utilisation de couvercles avec recouvrement améliore les performances CEM du chemin de câble. Pour une forme en U, le champ magnétique décroît près de 2 fois. Pour cette raison, les conduits profonds sont préférables.

La mise en œuvre définit les normes d'installation (ISO/IEC 14763-2 & EN 50174-2:2018) ont également évolué pour prendre en compte l'échauffement lié au POE.

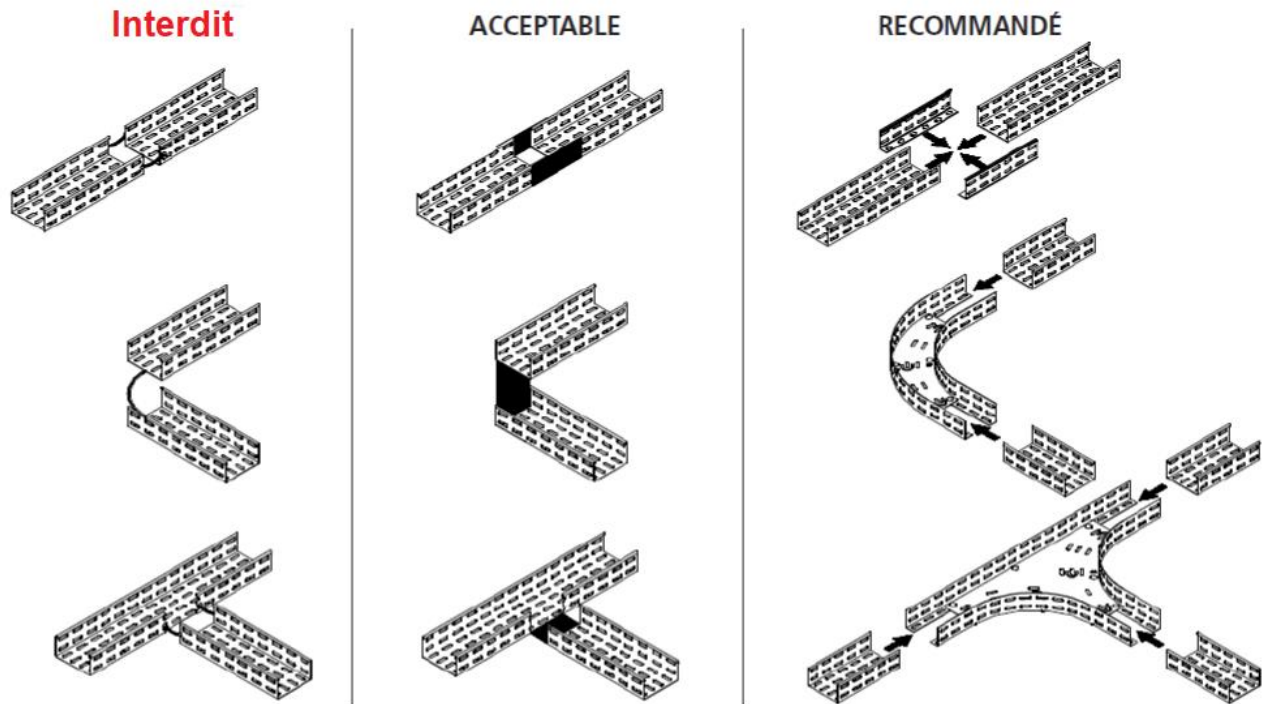
En synthèse, ces normes précisent quelques règles simples :

- Applicables aux torons de + de 1m de longueur
- Torons de maximum 12 câbles (recommandation générique non liée au PoE+)
- Rangées séparées par des cheminées verticales
- Séparation de  $0,3 \times D$  ( $\pm 15$  mm) qui permet un refroidissement par convection



Il convient de toujours connecter les conduits métalliques conçus pour les aspects CEM de gestion de câbles à la terre locale aux deux extrémités. Pour de grandes longueurs de plus de 50 mètres des liaisons additionnelles au système de terre sont recommandées à intervalles irréguliers. Toutes les connexions de mise à la terre doivent être aussi courtes que possible.

Les croisements, les prolongements, les changements de direction et les changements de niveau des chemins de câbles seront réalisés conformément aux règles de l'art, comme indiqué ci-dessous :



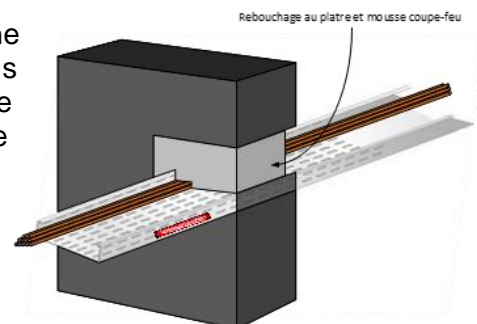
Tout bord blessant (pour les câbles comme pour la personne) devra être protégé par un bourrelet en caoutchouc.

La présence de chemins de câbles, de poutres, de gaines de ventilation et de tuyaux dans les faux plafonds, peut nécessiter le sectionnement des chemins de câbles en tronçons. Dans ce cas, ils sont arrêtés de part et d'autre de l'obstacle. Les arêtes vives et tranchantes sont protégées par bourrelet en caoutchouc. Les câbles sont posés, en nappe, au-dessous ou au-dessus de l'obstacle, suivant le cas. Les contacts directs entre les câbles et la structure du bâtiment sont interdits. Une protection est obligatoirement installée (gaine, tube, etc.).

Les câbles sont posés et non tirés sur les chemins de câbles. Tous les accessoires (éclisse, gousset, montant, console, etc.) définis par le constructeur doivent être utilisés. La fixation des chemins de câbles doit tenir compte de la charge maximale (100% de remplissage). Le nombre de supports et de fixations est choisi en conséquence, en tenant compte également de la structure des cloisons ou des murs qui les reçoivent.

Lorsque le chemin de câbles traverse un mur, une cloison ou une dalle coupe-feu étanche, il doit être arrêté de part et d'autre. Les degrés coupe-feu, phoniques ou d'étanchéité à l'air doivent être rétablis avec les matériaux adaptés suivant les normes de sécurité et acoustique en vigueur.

Toutes les cloisons traversées par des torons de câbles doivent être également rebouchées au plâtre.





Ce chemin de câbles devient partie intégrante du réseau de masse, relié à la terre pour l'évacuation de toute surtension consécutive à un court-circuit (NF C15-100), il comporte des bornes bi-métal respectant les couples électrochimiques des matériaux en contact (pour écarter le risque de corrosion galvanique) afin de ne pas altérer cette reprise de terre sur l'ensemble de l'infrastructure, ces bornes sont espacées tous les 4 mètres. Ci-dessous le détail de la reprise de terre :

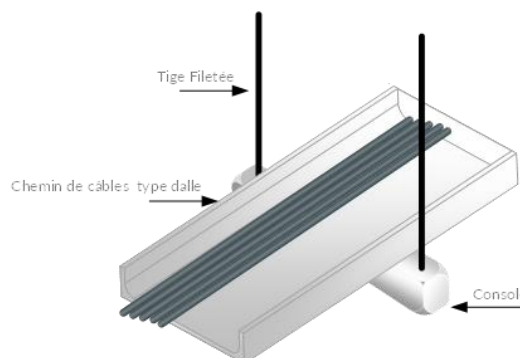
#### A.5.6.4.1 Support des chemins de câbles

Les supports sont installés de façon à disposer d'un espace suffisant pour accéder au chemin de câbles. Dans le cas d'un cheminement vertical, l'aile du chemin de câble (CdC 300 mm et inférieur) doit se situer, au minimum, à 10 centimètres des éléments la surplombant (plafond ou dalle par exemple). Il est toléré ponctuellement que cet intervalle soit inférieur à 10 centimètres pour une distance de cheminement inférieur à 1 mètre. Pour les chemins de câbles supérieurs à 300 mm, on ajoute 5 centimètres d'espace d'accès pour 10 centimètres de surface de dalle supplémentaire (15 cm pour 400, 20 cm pour 500, etc..).

Les chemins de câbles sont fixés en respectant l'un des montages suivants :

- Par tiges filetées, chaque support est constitué de :
  - o Deux tiges filetées de hauteur variable et adaptée à la hauteur du plenum du faux plafond,
  - o Une console de largeur supérieure à la largeur du chemin de câbles,
  - o La visserie associée.

Le nombre de tiges filetées est déterminé en tenant compte de la charge maximale admissible. L'espace, entre les tiges filetées consécutives, ne doit pas être supérieur à 1,50 m. Le montage est autorisé à condition d'assurer un parfait soutien du chemin de câbles et respecter toutes les règles de sécurité. Il est important de souligner que la pose du câble est plus difficile (tirage obligatoire).



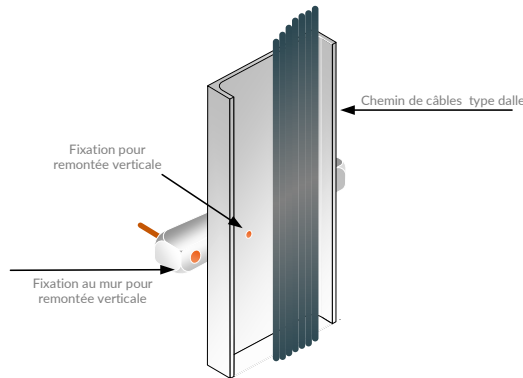
- Par consoles en L, chaque support est constitué de :
  - o Une console en L (ou pender) pour fixation murale, de largeur égale ou supérieure à la largeur du chemin de câbles
  - o La visserie associée.

Le nombre de consoles est déterminé en tenant compte de la charge maximale admissible. L'espace entre deux pender consécutifs ne doit pas être supérieur à 1,50 m. Il convient d'adapter les fixations aux types de cloisons rencontrés (béton, carreau de plâtre etc.) pour éviter le risque d'arrachement lors de la pose des câbles. L'usage d'un tel montage convient pour soutenir des câbles le long des murs dans les circulations ou couloirs techniques.

- En cheminement vertical, chaque support est constitué de :

- De pontet de largeur égale ou supérieure à la largeur du chemin de câbles, fixation murale,
- La visserie associée.

Le nombre de consoles est déterminé en tenant compte de la charge maximale admissible. L'espace entre deux pendants consécutifs ne doit pas être supérieur à 1,50 m. Il convient d'adapter les fixations aux types de cloisons rencontrés (béton, carreau de plâtre etc.) pour éviter le risque d'arrachement lors de la pose des câbles. L'usage d'un tel montage convient pour soutenir des câbles le long des murs dans les circulations ou couloirs techniques.

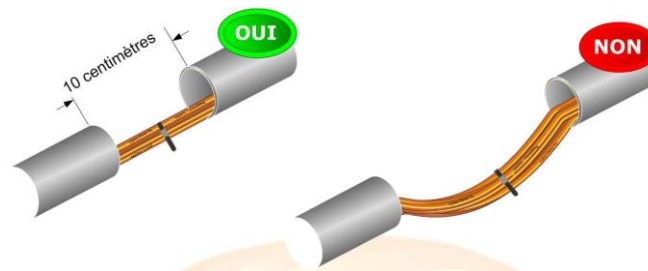


#### A.5.6.5 Tubes IRO et gaines ICT

En cas de pose de tubes IRO ou de gaines ICT, un diamètre minimum de 32 mm est exigé. Les tubes IRO sont « coupés » tous les 3 mètres, sur 10 cm, pour permettre la pose ultérieure de câble supplémentaire. Les tubes ne sont pas trop espacés afin d'éviter que les câbles "pendent" entre deux tubes. Aucun accessoire de type coude n'est à placer afin de faciliter la mise en place des câbles.

L'emploi de tubes à la place de chemins de câble est soumis à accord préalable du Maître d'Ouvrage.

Les cornes de fixation simple ou double en plastique sont tolérées en faux plafond pour un maximum de 6 câbles dans la salle ou local à desservir.



Dessin : Ingénis Consulting

#### A.5.6.6 Goulottes PVC

Les goulottes seront posées verticalement ou horizontalement.

Les cheminements apparents dans les salles ou les bureaux par exemple. seront de type goulotte PVC blanche. Leur profondeur sera de 50 mm au minimum et leur dimensionnement général permettra une extensibilité d'au moins 30 % à la fin des travaux.

En distribution terminale, afin de garantir l'espacement des câbles courants forts / courants faibles, une goulotte à 3 compartiments (celui du milieu restant vide) sera préférée.

En pose horizontale, hors spécification du Maître d'Ouvrage, les goulottes seront posées au niveau du plan de travail soit à environ 0,8 m du sol. La pose de goulotte en plinthe sera limitée voire proscrite pour des raisons d'exposition aux chocs, à la poussière mais également pour des raisons pratiques d'exploitation.



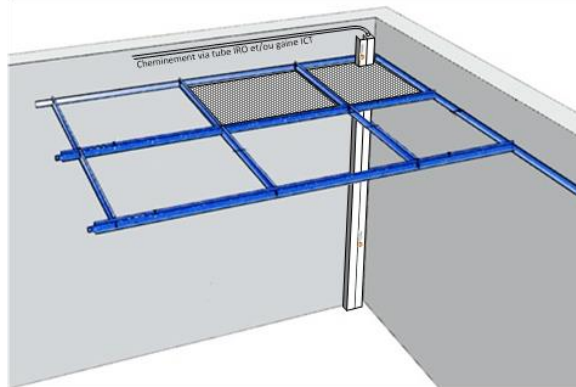
En pose « plinthe », les goulottes seront posées à une hauteur minimale de 0,1 m et leur positionnement précis sera validé par le Maître d'Ouvrage.

Les goulottes seront à « insertion directe » ou « clipsage direct » au format standard 45 x 45 et ceci sans utilisation d'appareillage spécifique. Les jonctions de goulotte, les changements de direction, les poses en angle ouvert ou fermé, les terminaisons ainsi que toutes les finitions seront réalisées avec les seuls accessoires du constructeur. Les couvercles des compartiments pourront s'ouvrir indépendamment et permettront aisément la pose de câble supplémentaire.

En présence de goulotte dédiée au courant fort, il sera possible de poser « parallèlement » une goulotte simple compartiment dédiée VDI.

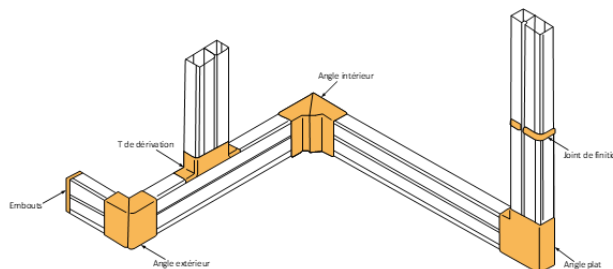
Les goulottes sont mises en œuvre de telle manière qu'aucun câble ne reste apparent. Les goulottes installées sont toutes du même constructeur (angles et accessoires compris).

L'installation des goulottes de distribution verticale devra se prolonger au-delà des rails de faux plafonds. La hauteur et le positionnement des goulottes sont validés par le maître d'œuvre.



Pour assurer une excellente tenue des appareillages courants faibles et forts au format 45mm, l'installation de clip de maintien doit être prévu. Ces clips assurent :

- L'anti-arrachement des appareillages.
- L'anti-glissement des appareillages.
- Une finition parfaite avec les couvercles.
- Le respect de l'indice de protection (IP40).



L'installation des goulottes de distribution verticale devra également être prolongé jusqu'au sol. Il faudra prévoir la découpe de la plinthe et la mise en place d'un embout de finition sur la goulotte.

#### A.5.6.6.1 Goulotte simple compartiment

La pose de goulotte simple compartiment sera demandée pour compléter / renforcer un cheminement PVC existant, ou desservir un point d'accès isolé de type PA1 voire PA2. Dans ce dernier cas, un séparateur intérieur sera à prévoir. Elle pourra être posée verticalement ou horizontalement.

#### A.5.6.6.2 Goulotte double compartiment

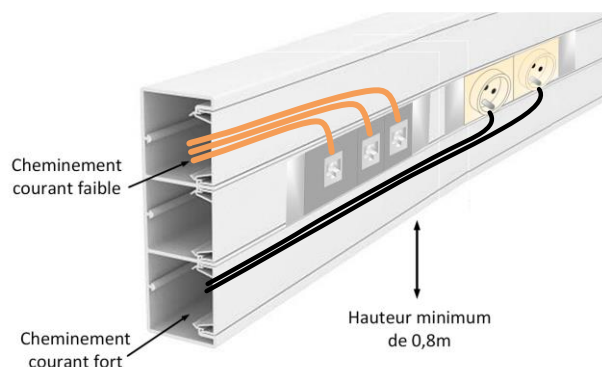
La pose d'une goulotte PVC double compartiment sera utilisée pour la réalisation d'une descente verticale (sans intégration de prise) vers une goulotte horizontale de ceinturage d'une salle par exemple. Dans ce cas, les câbles courant fort et courant faible chemineront sans encombre dans leur compartiment respectif.

La pose d'une goulotte PVC double compartiment posée verticalement permettra également la desserte d'un poste de travail « isolé » de type PA4 ou PA3V. Là aussi, les câbles courant fort et courant faible chemineront sans encombre dans leur compartiment respectif jusqu'aux prises du point d'accès.

### A.5.6.6.3 Goulotte triple compartiment

La pose d'une goulotte PVC blanche triple compartiment sera utilisée pour la desserte des salles ou bureaux à forte ou moyenne densité de points d'accès. Installée en position horizontale, ce type de goulotte permet, par exemple, d'alimenter une salle en « ceinture » ou encore des bureaux en « enfilade ».

Dans ce cas, les câbles courant fort et courant faible chemineront sans encombre dans leur compartiment respectif. Le compartiment médian est utilisé pour l'intégration des prises RJ45 et 2P+T, ceci sans gêner le passage des câbles présents dans les 2 compartiments opposés.



### A.5.6.7 Colonnes pleine hauteur

Des colonnes de distribution pourront être posées dans certaines salles ou bureaux après accord de principe et localisation définie avec le Maître d'Ouvrage. Les colonnes seront en aluminium anodisé et disposeront d'un vérin acier et de patin caoutchouc, pour la fixation, et d'un kit de mise à la terre de l'ensemble. Des embases seront fournies pour les finitions d'extrémité.

Leur hauteur sera adaptée aux dimensions de la salle ou du bureau à équiper.

Les colonnes seront de type « double face » avec couvercle à « insertion directe » au format standard 45 x 45 sans utilisation d'appareillage spécifique. Les couvercles des compartiments pourront s'ouvrir indépendamment et permettront aisément la pose de prise supplémentaire.

### A.5.6.8 Potelet ou mini colonne

Des potelets de distribution pourront être posés dans certaines salles ou bureaux après accord de principe et localisation définie avec le Maître d'Ouvrage. Les potelets seront en aluminium anodisé et disposeront d'un système de fixation solide bien adapté au sol et à son revêtement. Un kit de mise à la terre de l'ensemble et une embase de finition seront fournis.

La hauteur du potelet sera adaptée au mobilier de la salle ou du bureau à équiper.

Les potelets seront de type « double face » avec couvercle à « insertion directe » au format standard 45 x 45 sans utilisation d'appareillage spécifique. Les couvercles des compartiments pourront s'ouvrir indépendamment et permettront aisément la pose de prise supplémentaire.



## A.5.7 Règles de mise en œuvre des composants VDI

### A.5.7.1 Pose des câbles cuivre (CU)

#### A.5.7.1.1 Séparation courant fort (CFO) / courant faible (CFA)

Certaines règles sont couramment admises et doivent être prises en compte dès la phase de conception de l'infrastructure de câblage :

- Eloignement minimum de 3m des principales sources de perturbations (réseaux électriques, transformateur, appareils industriels, etc.),
- Séparation physique minimale de 30 cm des câbles courants forts et courants faibles et des appareils rayonnants,
- Lorsque deux chemins de câbles de courants différents se croisent, réaliser un angle à 90° afin de minimiser les couplages,
- Séparer physiquement les colonnes montantes courants forts /courants faibles,
- En cas d'utilisation de colliers de serrage, veiller à les serrer modérément, l'écrasement des isolants modifie l'impédance des câbles.

Certaines indications visent au rapprochement des câbles VDI et des câbles électriques afin d'éviter le bouclage de terre. Cette directive ne vise que le rapprochement des câbles VDI et câbles utilisés pour l'alimentation des ordinateurs en courant protégé ou non.

Cheminement parallèle CFA/CFO	Distance de séparation minimale
Supérieur à 30 ml	30 cm
20 ml	15 cm
15 ml	12 cm
10 ml	7 cm
5 ml	4 cm

#### A.5.7.1.2 Règles de compatibilité électromagnétique (CEM)

La règle fondamentale à respecter en matière de CEM est de rapprocher les câbles d'un même système. Il faut rapprocher les câbles VDI des câbles d'alimentation électrique des équipements VDI.

Il faut éloigner les câbles VDI des câbles d'alimentations électriques des équipements non VDI, par exemple : ascenseur, éclairage, chauffage, moteurs, machines électrotechniques....

Les règles CEM recommandent notamment :

- Le rapprochement d'un système défini afin de réduire les surfaces de boucles par couplage inductif,
- Le blindage sur 360° des composants ou reprise d'écran,
- Le raccordement et continuité des écrans de bout en bout de la liaison,
- Le régime du neutre TN-S des circuits terminaux.

Le non-respect de ces règles entraîne d'importants problèmes d'immunité et peu de problèmes d'émission conduite ou rayonnée. Le critère d'immunité est pris en compte prioritairement, les effets d'un champ magnétique créé par la foudre sont responsables de nombreux dégâts sur les équipements de

réseaux lors des jours d'orage. Ce point justifie notamment l'utilisation de câbles VDI avec écran raccordés à la masse à 360° aux deux extrémités et de cordons RJ45 également avec écran

Les contraintes d'environnement (parasites) à prendre en compte dans les bâtiments à câbler sont :

- Les tubes fluorescents avec leurs starters, électroniques ou non,
- Les moteurs électriques vieillissant,
- Les ascenseurs et les monte-charges (machinerie),
- Les postes de transformation secteur,
- Les appareils électroniques avec alimentation à découpage,
- Autres

Il est donc fortement recommandé de s'éloigner de toutes les sources de perturbations CEM.

#### **A.5.7.1.3 Règles de pose des câbles VDI en baie ou coffret**

La pénétration des câbles dans la baie se fait par le fond, par le bas ou par le haut.

Quelques soit le mode, les câbles doivent être correctement peignés et acheminés jusqu'aux connecteurs RJ45 tout en veillant à conserver les espaces nécessaires à l'installation des équipements. Les rayons de courbures en fond de baie ne doivent pas gêner la pose des équipements.

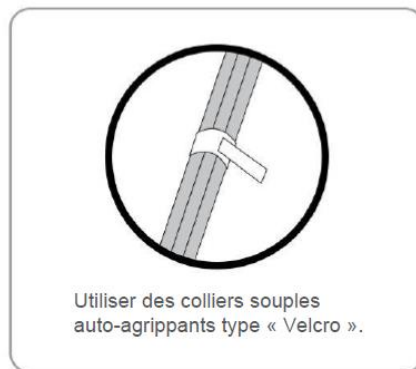
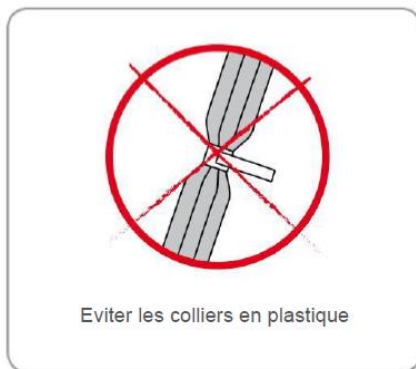
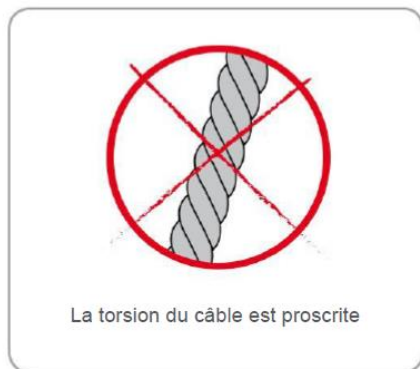
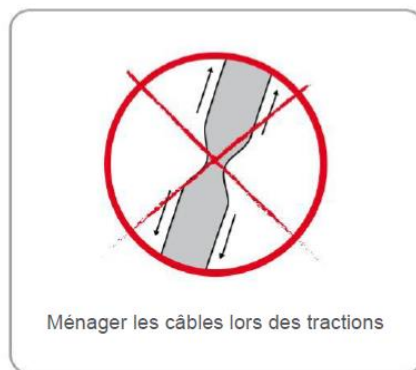
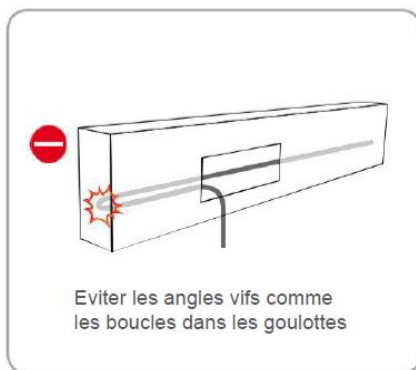
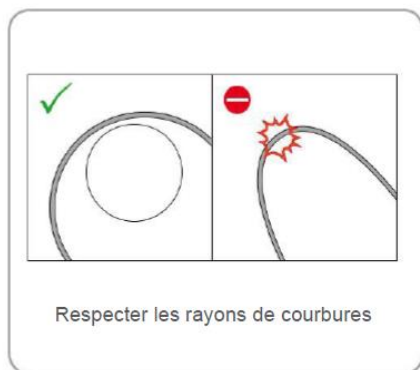
Le flux des câbles est réparti de chaque côté du châssis 19 pouces et remonte (ou descend) sur des chemins de câbles. Pour éviter les tractions et limiter les risques d'arrachement, les câbles sont maintenus par des colliers velcro. Les câbles sont regroupés en faisceau et maintenus sur les panneaux 19" par des éléments constructeurs adaptés, et dans les chemins de câbles fixés latéralement dans le châssis 19 pouces.

#### **A.5.7.1.4 Règles pour le cheminement des câbles VDI**

Pour rappel, dans le cadre de la norme, ISO11801, les torons de câble cuivre Catégorie 6A ne doivent pas excéder 24 câbles.

Les câbles doivent être posés et non tirés. Les câbles ne doivent pas être coupés, sont d'un seul tenant entre la baie de répartition et les points d'accès (hors point de consolidation). Les épissures sont interdites quel que soit le type de la liaison (4 paires ou multipaires).

De façon générale, il faut éviter au maximum les contraintes sur le câble susceptibles de porter atteinte à son intégrité et à ses performances, comme montré ci-après :



Les rayons de courbure doivent être supérieurs à 10 fois le diamètre du câble (sauf indications contraires du constructeur). Les câbles ne doivent jamais être pliés. Aucun « love de câble » ne doit être laissé à l'intérieur d'une goulotte ou d'un boîtier. Le dégainage du câble doit être respecté selon les indications du constructeur.

Les câbles sont placés côte à côte sans se chevaucher. Les câbles doivent toujours reposer sur un support ou dans une canalisation ne présentant pas d'arêtes vives. Les extrémités des chemins de câbles sont repliées ou protégées par des manchons plastiques (indémontables) adaptés au nombre de câbles à protéger. Quel que soit le type de chemin de câbles, les câbles VDI sont fixés sans serrage par des colliers plastiques, tous les deux mètres en cheminement horizontal et tous les mètres en cheminement vertical.

### A.5.7.2 Pose des câbles fibre optique (FO)

La mise en œuvre de câbles FO doit impérativement respecter les principes suivants :

- Respect des rayons de courbure fournis dans les fiches constructeurs (rayon de courbure statique et dynamique),
- Pénétration des câbles FO par le fond, par le bas ou par le haut de la baie.
- Lovage de 5 mètres dans les locaux techniques et de 2 mètres dans les chambres de tirage,

D'autres règles sont couramment admises, certaines doivent être prises en compte dès la phase de conception de l'infrastructure de câblage.

#### A.5.7.2.1 Règles de pose des câbles FO en intérieur

Les câbles optiques intérieurs ne sont généralement pas pourvus de joncs centraux permettant la traction. Si la pose simple n'est pas possible, il faut utiliser des éléments de renfort pour tirer le câble.

Les fiches techniques des câbles optiques précisent la traction maximum supportée pour chaque câble (exprimée en Newton : 100 Newton équivalent à peu près à 10 Kg). La traction par la gaine extérieure

du câble est à proscrire car elle peut provoquer un étirement du câble et le report des contraintes mécaniques sur les fibres elles-mêmes.

Les règles de pose verticale sont identiques à celles énoncées ci-dessus. En pose verticale, il est conseillé de lover sur 2 tours toutes les fibres à structure libre dans tous les étages afin d'éviter la chute des fibres à l'intérieur du câble. Par ailleurs, cela évite la traction verticale du simple fait du poids des fibres.

#### **A.5.7.2.2 Règles de pose des câbles FO en extérieur**

La pose de câble FO extérieur présente l'inconvénient de devoir être installé sur des grandes longueurs. Dans tous les câbles extérieurs, se trouve un jonc central permettant la traction du câble pour installation.

La présence de PE (inflammable) dans les gaines des câbles FO extérieurs interdit leur installation à l'intérieur de bâtiment. Pour des raisons de propagation d'incendie, leur pénétration dans un bâtiment est limitée à 15 mètres maximum avant épanouissement.

#### **A.5.7.3 Mise en œuvre des connecteurs RJ45**

La prise RJ45 ou noyau sera au standard Keystone et s'intégrera parfaitement dans un panneau de brassage Keystone ou un plastron Keystone au format 45 x 45. Une seule prise RJ45 sera montée par plastron 45 x 45. Un soin particulier sera apporté au montage en goulotte PVC.

L'ensemble prise – plastron - couvercle PVC (de goulotte ou de boîtier en saillie) formera un montage cohérent, homogène, esthétique et présentant une excellente résistance à l'arrachement. Si les propriétés de solidité de l'ensemble ne sont pas atteintes, des accessoires de type « cale anti-arrachement » seront posées.

Le plastron au format 45 x 45 sera droit ou incliné de manière à respecter l'angle de sortie des cordons de liaison RJ45, et de minimiser la profondeur de la goulotte ou du boîtier. Il sera important d'utiliser des goulottes ou boîtiers de profondeur suffisante (pour rappel 50 mm minimum) pour assurer un rayon de courbure correct du câble et de maintenir ainsi les performances dynamiques de l'ensemble.

Par ailleurs, pour atteindre les performances de la catégorie 6A classe EA de la chaîne de liaison et respecter les normes de transmission haut débit, les instructions de mise en œuvre du connecteur RJ45 fournies par le fabricant seront strictement appliquées et feront foi pour valider la bonne mise en œuvre de la connectique RJ45, coté brassage et coté point d'accès.

Pour information, le dépairage du câble au niveau du connecteur sera de 12 mm au maximum et le dégainage de 25 mm au maximum.

Comme indiqué plus haut, le connecteur RJ45 disposera d'un capot de blindage métallique permettant une reprise de masse à 360° faradisé conformité aux normes CEM.

## A.6 Repérage des composants VDI

### A.6.1 Principe de repérage

Tout composant VDI mis en œuvre dans le cadre d'une nouvelle installation VDI ou d'une extension d'installation VDI doit être repéré conformément aux dispositions décrites ci-après. L'ensemble des repérages est si possible défini et validé avant le démarrage des travaux et devront faire l'objet d'une mise au point entre le bureau d'études, l'entreprise et les services informatiques ayant en charge l'installation et l'administration du réseau.

Les repérages définis seront reportés dans les documents et les plans du dossier d'exécution élaboré par l'Entreprise pour validation (avant travaux). Ils seront ensuite reportés dans le dossier des ouvrages exécutés (DOE) à remettre par l'Entreprise au Maître d'œuvre lors de la réception des travaux (fin des travaux).

Chaque composant sera repéré à l'aide d'étiquette gravée (et non imprimée) solidement fixée et présentant une longévité en rapport avec la durée de vie de l'installation. Des échantillons pourront être demandés avant la pose de ceux-ci.

### A.6.2 Nommage des locaux techniques (LT)

La fonction du local technique (LT) ne doit pas être affichée à l'extérieur de celui-ci. Il pourra simplement être indiqué « LOCAL TECHNIQUE ».

Sur plan, les LT devront être identifiés comme suit :

<i>Site</i>	<i>Identifiant du site</i>
Local technique principal (LTP)	A
Local technique secondaire 1 (LTS1)	B
Local technique secondaire 2 (LTS2)	C
Local technique secondaire 3 (LTS3)	D
Local technique secondaire 4 (LTS4)	E
..	..
Local technique secondaire n+1 (LTn+1)	Z

### A.6.3 Repérage des panneaux de répartition

Chaque panneau de brassage dans une armoire portera une étiquette avec son numéro de manière visible. L'ordre croissant sera appliqué de haut en bas.

#### A.6.4 Repérage des câbles de distribution

Les câbles de distribution VDI doivent être repérés au feutre indélébile (à même le câble) ou avec une étiquette inamovible, aux deux extrémités (repérage avec le N° de prise définitif même après raccordement sur les RJ45). Ce repérage sera situé sur le câble VDI entre 20 et 50 cm de la prise installée (finie).

#### A.6.5 Repérage des prises RJ45

Chaque prise RJ45 d'un panneau sera numérotée et étiquetée (de gauche à droite de 1 à 24) ou utilisera la sérigraphie sur le panneau si déjà existante.

Les prises murales (PA) seront repérées sur le porte-étiquette du plastron, de manière indélébile, avec la désignation de leur point d'arrivée dans le répartiteur de la manière suivante :

N° du site	-	Lettre du local technique	-	N° de panneau	-	N° de prise sur le panneau
---------------	---	---------------------------------	---	------------------	---	----------------------------------

*Exemple :*

**4840 – A – 1 – 23**

Le repérage sera reporté sur un tableau de correspondance, affiché dans chaque répartiteur.

Ces colonnes sont à documenter à l'issue des travaux. Une version informatique est remise à la maîtrise d'ouvrage.

#### A.6.6 Repérage des rocades

Les liaisons seront clairement identifiées sur le panneau en précisant **obligatoirement** le type de media, la qualité du média (OS2...), son dimensionnement (12 - 24 brins, 30 paires ...), le nom des SR aboutissant.

Dans le cas d'une liaison par rocade fibre optique, on aura par exemple :

- FO – OS2 – 12 brins – vers 4840-C

Dans le cas d'une liaison par rocade cuivre, on aura par exemple :

- ROCADE CU – 15 paires – vers 4840-C

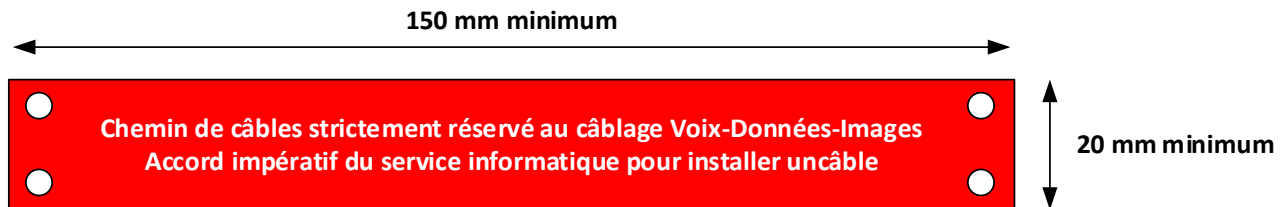
Les connecteurs RJ45 du panneau télécom seront clairement repérés, de 1 à 50 pour un panneau télécom de 50 ports, par exemple. Un document, placé dans une pochette plastifiée, décrivant précisément toutes les connexions CU et les numéros de prises, sera disposé dans la baie. Les étiquettes doivent identifier clairement les liaisons cuivre : Etiquettes fond bleu clair pour les liaisons 1 paire et étiquettes fond bleu foncé pour les liaisons 2 paires.

Les connecteurs LC du tiroir optique seront clairement repérés par exemple. de 1 à 24 pour un panneau FO de 24 ports duplex ou de 1 à 48 en cas de numérotation par brin, par exemple.

Comme les câbles de distribution VDI, les câbles de rocade seront repérés au feutre indélébile à chaque extrémité.

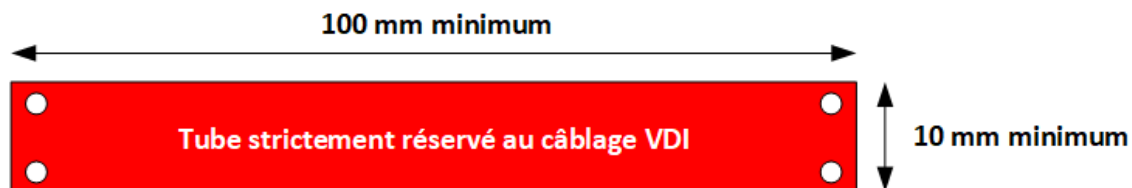
### A.6.7 Repérage des chemins de câbles CFA

Les chemins de câble porteront tous les **cinq mètres** et à chaque changement de direction, une étiquette dilophane attachée solidement portant l'inscription :



Dessin : Ingénis Consulting

Les tubes IRO porteront tous les **trois mètres** ou à chaque changement de direction, une étiquette dilophane attachée solidement portant l'inscription :



Dessin : Ingénis Consulting



## A.7 Courant Fort associé aux installations VDI

Ce chapitre présente les préconisations en matière de courant fort informatique / téléphonique associé aux installations de câblage VDI présentées dans les chapitres précédents.

### A.7.1 Généralités

Le câblage électrique dédié VDI se décompose en plusieurs niveaux :

- Prises électriques 2P+T présentes au niveau des points d'accès (PA),
- Armoire électrique divisionnaire ou armoire électrique d'étage,
- Tableau général basse tension (TGBT),
- Arrivée EDF.

Le câblage électrique nécessaire au raccordement des prises de courant terminales composants les PA prendra son origine au niveau des armoires électriques divisionnaires (ou d'étage) de l'établissement.

Les informations ci-après portent exclusivement sur les installations entre les prises 2P+T des PA et les armoires électriques divisionnaires. Les prises électriques des PA à équiper de détrompeur seront au minimum ondulables (circuits et protections séparés et dédiés).

Les câbles de distribution utilisés pour l'ensemble des installations est le câble de la série 1000 R02V disposé sur chemin de câbles CFO en distribution principale et sous goulotte PVC en distribution horizontale (salles, bureaux...). La section sera calculée conformément aux recommandations de la norme C15-100.

### A.7.2 Implantation des armoires électriques

L'implantation des armoires doit permettre de limiter à 2% la chute de tension depuis le TGBT. La chute de tension entre la dernière prise de courant et l'armoire d'étage est limitée à 5% pour les circuits de prises monophasées.

Les armoires seront disposées à des endroits accessibles en permanence, en dehors des passages des canalisations d'eau ou de gaz et à au moins 300 mm des câbles VDI ou tout équipement informatique, dans une gaine technique ou dans un local dédié. Les conditions de l'environnement de fonctionnement correspondront à la classe AB5 de la C15-100 : température comprise entre 5 et 40°C, humidité relative entre 5 et 85 %. Les armoires seront implantées à l'abri de la poussière.

En règle générale, chaque étage sera équipé au minimum d'une armoire. Plusieurs armoires pourront être groupées dans un même local ou gaine à condition d'être installées à au moins 300 mm des équipements et passage des câbles VDI. Une coupure générale permettra d'isoler chaque niveau.

### A.7.3 Appareillage

L'appareillage utilisé sera du type modulaire. A l'exception de l'interrupteur principal, tous les appareils de protection seront du type disjoncteur bipolaire deux pôles protégés différentiels, sensibilité 30 mA (SI), calibre 16 A.

Dans le cas d'une création d'armoire électrique pour la protection (normale) des Points d'Accès, celle-ci devra intégrer les caractéristiques suivantes :

- Départs sur borniers haut de type WAGO (borne de passage, serrage à ressort), pas plus de deux conducteurs par borne, borne bleue pour le neutre, borne vert-jaune pour le conducteur de protection (un seul conducteur par borne), bornes grises pour les phases, bornes oranges pour les autres applications « voyant »,
- Circulation du câblage en goulotte plastique,
- Extrémité des conducteurs souples sertie, terminée par manchons,
- Repérage par bague de chiffres de tous les conducteurs,
- Respect des couleurs normalisées des conducteurs : bleu pour le neutre, vert-jaune pour le conducteur de protection, rouge, brun, noir pour les phases,
- Chacune des protections peut être débranchée sans modifier le câblage des protections voisines,
- Mise en place de voyants « rouges » dérangement, correspondant à la synthèse défaut des disjoncteurs divisionnaires y compris la protection générale amont,
- Les schémas seront placés dans une pochette plastique à l'intérieur d'un porte plans fixé sur la porte de l'armoire ou à proximité immédiate,
- Les étiquettes seront du type DILOPHANE gravées,
- Protection par écran des parties sous tension.

Dans le cas d'une création d'armoire électrique pour la protection (ondulée) des Points d'Accès, celle-ci devra intégrer les caractéristiques suivantes :

- Distribution par répartiteur multi clip pour les armoires ondulées. Les pontages en amont des disjoncteurs sont interdits.

Les prises de courant des PA seront alimentées depuis les protections différentielles placées dans les armoires électriques. Chaque disjoncteur protégera au maximum 12 prises électriques. Pour lutter contre les courants de fuite, ce chiffre pourra être ramené à 8 prises électriques dans certaines zones. Les armoires seront prévues avec 30 % de réserve. Les emplacements libres mais inutilisables (bornier, barrette de terre) ne seront pas comptabilisés dans les 30 %.

#### **A.7.4 Onduleur**

Les serveurs informatiques et les périphériques associés (disques, sauvegarde, NAS, ...), les équipements actifs fédérateurs, tous les équipements de connexions aux réseaux distants (Internet, VPN, grappe...) comme les routeurs, FW, convertisseurs FO, modems, ... devront être alimentés en courant ondulé.

Le dimensionnement de l'onduleur sera précisé dans le dossier de consultation ou sera calculé sur la base des équipements à intégrer dans la baie ou dans le local à secourir. Pour rappel, la puissance d'un onduleur est exprimée en VA (Volt Ampère).

Pour déterminer la puissance d'un onduleur, il sera procédé à la somme des consommations (en W) de tous les appareils à considérer. Le résultat (en W) sera converti en VA et augmenté de 30 % de réserve.

*(Formule simplifiée  $\rightarrow VA = W / 0,66$ )*

Par ailleurs, l'onduleur remplira les caractéristiques suivantes :

- Technologie On-Line,
- Autonomie 20 mn minimum à pleine charge,
- Interface USB ou Ethernet avec agent SNMP (selon dimensionnement)
- Remontées alarmes via réseau local.
- Batteries étanches,
- Existant en rackable 19" ou au format « tour ».

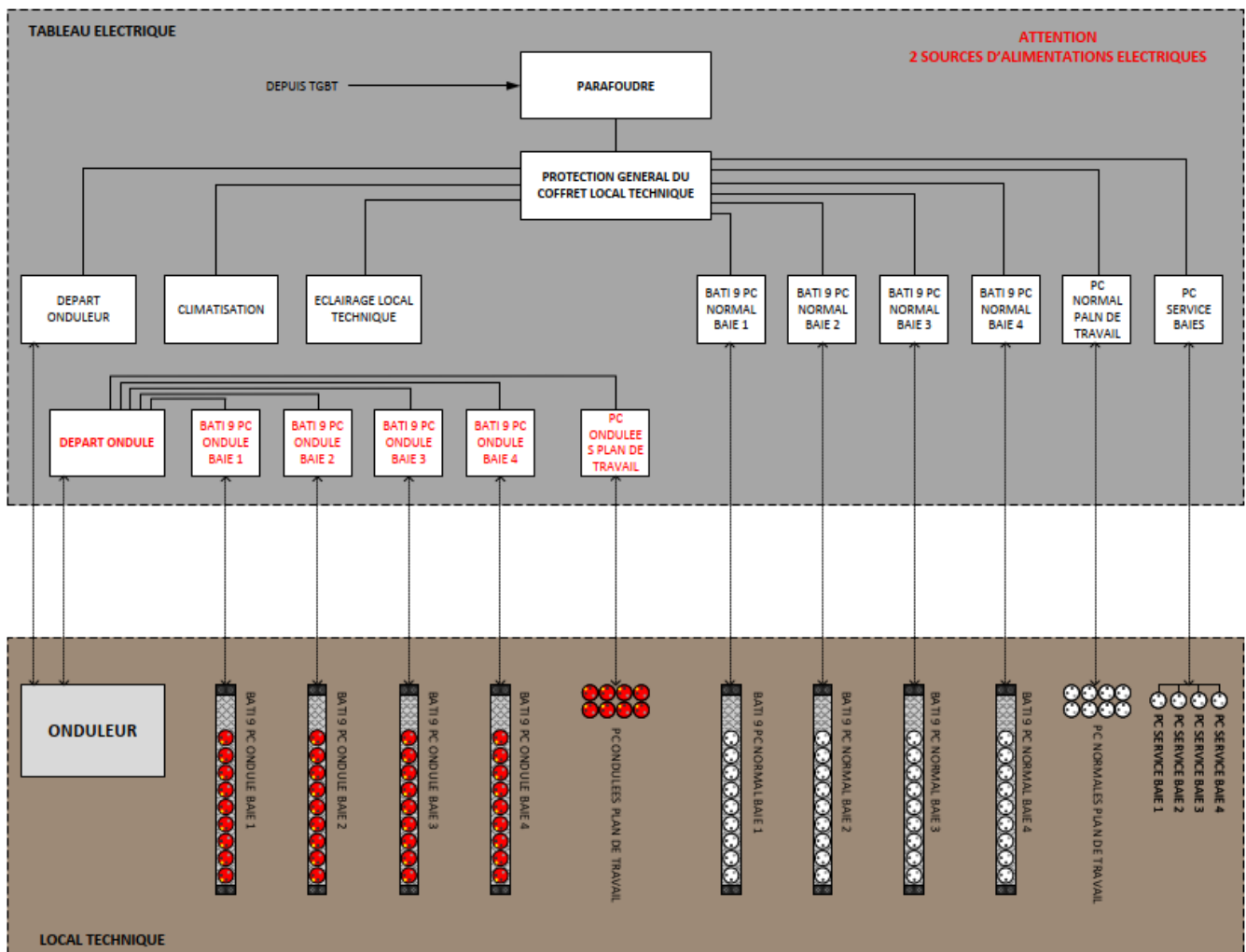
L'alarme "défaut secteur" sera indiquée sous forme visuelle (voyant), sonore et remontée à l'administrateur du site via le réseau de l'établissement.

Le local qui abritera l'onduleur devra présenter des conditions climatiques normales (classe AB5 de la C15-100). Elles seront assurées par une ventilation naturelle haute et basse ou par tout autre moyen : climatisation, autre système de refroidissement, VMC, etc. ...

### A.7.5 Tableau électrique dans le local principal (LTP / RG)

Un tableau électrique dédié sera créé dans le local technique. Celui-ci comprendra :

- Une protection générale du coffret repris depuis le TGBT
- Un parafoudre
- Un départ de protection pour l'onduleur
- Un départ circuit ondulé
- Un départ par baie pour le bandeau 9PC électrique ondulé
- Circuit prises 2P+T ondulé sur le plan de travail
- Un départ par baie pour le bandeau 9PC électrique normal
- Circuit prises 2P+T normal sur le plan de travail
- Un départ protection climatisation



## **A.7.6 Repérage des composants « Courant Fort »**

### **A.7.6.1 Prises Point d'Accès (PA)**

Sur chaque PA, au-dessus des prises électriques, une étiquette dilophane indiquera les références de la protection sur laquelle il est raccordé. S'il s'agit de courant secouru, les étiquettes seront de couleur verte. Sinon, les étiquettes seront noires.

Exemple de repérage → 01S - 02 - D09

- 01S : référence de l'armoire électrique
- 02 : numéro de la colonne montante
- D09 : numéro du disjoncteur dans l'armoire

### **A.7.6.2 Câbles**

Les câbles seront repérés "tenant" et "aboutissant". Les repérages seront consignés dans le cahier de câbles courant fort.

### **A.7.6.3 Armoires électriques**

Une étiquette dilophane noire (verte en cas d'armoire secourue) gravée en lettres blanches sera rivetée sur la porte de l'armoire qui indiquera :

Exemple de repérage → 01S - 02 - 01

- 01S : repère de l'armoire électrique
- 02 : repère de la colonne montante
- 01 : repère de l'étage.

La documentation sera rangée dans un porte-plans rigide au format A4 fixé sur la face intérieure de la porte de l'armoire.

### **A.7.6.4 Appareillage**

Les appareillages des armoires seront repérés à l'aide d'étiquettes en dilophane gravées noires (vertes si secouru) lettres blanches. Ces étiquettes seront disposées sur les plastrons.

Les protections seront numérotées de gauche à droite et de bas en haut. Les identifications des disjoncteurs seront précédées de la lettre D.

## **A.7.7 Recette**

L'installation électrique sera recettée par un bureau de contrôle et le Maître d'Œuvre en fin de travaux.

## A.8 Réception des installations VDI

Après la mise en œuvre du câblage VDI, l'Entreprise devra apporter la preuve que :

- L'ensemble de l'installation VDI est conforme au CCTP du dossier technique ou consultation et au présent Référentiel,
- L'ensemble des composants (prises terminales, câble de distribution horizontale, cordon de brassage et de liaison) du système est conforme à la catégorie 6A - classe EA selon l'ISO/IEC 11801 et répond bien aux caractéristiques électriques spécifiées par celle-ci jusqu'à 500 Mhz.
- L'ensemble de l'installation VDI a été réalisé conformément aux règles de l'art,
- L'ensemble de l'installation VDI a été réalisé conformément aux recommandations des fabricants.

La réception des installations VDI sera assurée par l'Entreprise en charge des travaux de câblage obligatoirement certifiée par le Constructeur du système de câblage proposé. La réception des installations VDI sera réalisée en présence du Maître d'Ouvrage ou d'un représentant.

La réception des installations est réalisée en 2 parties :

- Le contrôle visuel des installations VDI,
- Le contrôle via des équipements de test dédiés VDI.

### A.8.1 Contrôle visuel des installations VDI

Les contrôles visuels porteront sur les points suivants :

- Références « produit » conformes aux références produits présentées dans le dossier de réponse, ou le dossier d'exécution
- Respect des préconisations constructeurs et des normes,
- Respect des contraintes d'environnement,
- Rayon de courbure,
- Dénudage, dégainage, dépairage des connecteurs
- Supports des câbles,
- Contraintes mécaniques sur les câbles,
- Mise à la terre des composants VDI,
- Raccordement et distribution des masses sur les chemins de câbles et baies,
- Raccordement des écrans des câbles à la terre,
- Rebouchage des percements et des carottages
- Lovage des câbles optiques et cuivre dans les baies.
- Etat, intégrité et présentation physique des composants mis en œuvre, et notamment :
  - o Baies et coffrets,
  - o Bandeaux de brassage,
  - o Plastrons, étiquetage
  - o Câbles cuivre, optique
- Repérage des composants VDI suivants :
  - o Local, baies, coffrets,
  - o Panneaux de brassage optique et cuivre,
  - o Câbles optiques et cuivre,
  - o Chemins de câbles
  - o Points d'accès : prises RJ45 et 2P+T

Un tableau récapitulatif de tous les contrôles à effectuer (tel que l'exemple ci-dessous) sera réalisé, complété et remis par l'Entreprise avant le démarrage des opérations de réception.

Date :	Entreprise :	C = Conforme NC = Non conforme	Site :
Position	Contrôle à réaliser	Statut (C ou NC)	Observations
1	Repérage tôlerie		
2	Repérage tiroir optique		
3	Repérage panneaux RJ45		
4	Repérage chemin de câbles		
5	Présentation des baies		
6	Fixation des câbles CU		
7	Fixation des câbles FO		
8	Raccordement ports CU		
9	Raccordement ports FO		
10	Câble FO rayon de courbure		
11	Câble FO lovage dans baie		
12	Contrôle de l'absence de câbles endommagés		
13	Inspection visuelle des connecteurs FO		
14	Examen de l'installation des prises terminales		
15	Mise à la Terre de la baie		
16	Mise à la Terre des panneaux		
17	Mise à la Terre des chemins de câble		
18	Examen de l'installation des prises terminales		
19	Cahier de recette fourni		
20	Nomenclature VDI		
21	Photocopie BL câbles FO		
22	Informations sur testeur FO		
23	Informations sur testeur CU		
24	Propreté du site après tvx		
...	...		

## A.8.2 Contrôle électronique des installations VDI

### A.8.2.1 Contrôle des installations « cuivre »

#### A.8.2.1.1 Chaîne de liaison Catégorie 6A

Toutes les chaînes de liaison cuivre « Catégorie 6A » seront testées par l'Entreprise selon la référence normative ISO/IEC 11801 Amendement 3 de novembre 2017 pour la Classe EA.

Ces mesures seront consignées dans un dossier précisant pour chaque liaison :

- Longueur,
- Continuité des paires (wire map),
- Longueur des paires, Affaiblissement,
- Paradiaphonie ou NEXT,
- PS NEXT,
- Return Loss (Perte de retour),
- ACR-N,
- ACR-F,
- PSACR-N,
- PSACR-F,
- Power Sum ACR,
- Temps de propagation,
- Delay Skew (divergence de propagation).

Le matériel de test est de type « ISO/IEC 11 801 ed3 2018 », La version logicielle du testeur est remise à jour conformément aux dernières versions disponibles par le fabricant. L'entreprise fournit avant chaque campagne de test, le certificat de métrologie de l'appareil datant de moins de 6 mois. Le testeur et l'injecteur sont étalonnés à chaque usage.

L'ensemble des liaisons installées est testé selon la méthodologie « **Permanent Link** ».

Tous autres modes de test sont proscrits. Tous les tests qui n'auront pas été fait selon les modalités de ce présent document doivent être repassés et ne sont pas facturables. Si plus de deux (2) % de la totalité des tests échouent, l'intégralité du système de câblage devra être re-testé sans coûts supplémentaires.

#### **Pour les Tests Cuivre en ISO EA Permanent Link, il existe différentes normes :**

- PL2 : Lien classique avec 2 connexions (baie + prise murale)
- PL3 : Lien avec 3 connexions, donc avec un point de consolidation (prolongation spéciale pour câbles rigides)
- PL2 Low IL : pour les liens courts (Low IL signifie : faible atténuation) donc liens de moins de 20m environ. Utiliser « Dual Mode » pour tester en « EA » et « EA Low-IL » simultanément. Les normes disent : « Si la perte d'insertion à 450 MHz est inférieure à 12dB sur une des paires en EA alors la norme EA Low-IL s'applique »

Un lien Permanent Link est la partie fixe du câblage qui est testée après l'installation.

Ces résultats de test donnent des informations sur la qualité de l'installation. Le lien permanent est la liaison installée depuis le panneau de brassage dans la baie jusqu'à la prise terminale côté utilisateur. Il ne comprend pas les cordons du poste de travail, les cordons d'équipements ni les cordons de brassage mais inclut le point de consolidation optionnel.

#### Exemple PL3 :

L'installation inclut un prolongateur connecté au niveau du point de consolidation, matérialisé par un demi-cordon de brassage. Ce demi-cordon est constitué à une extrémité d'un connecteur mâle (plug) RJ45 et raccordé à l'autre extrémité à une embase (Connecteur femelle). Il permet de raccorder le point de consolidation à la prise terminale. Il est obligatoire de suivre le modèle de test à 3 connecteurs (PL3).



**Notion de NVP ou Vitesse - NVP = « Nominal Velocity of Propagation » :**

La NVP correspond à la célérité du signal (vitesse) sur les paires torsadées du câble. Ce paramètre varie en fonction de la qualité du cuivre utilisé par les constructeurs. La NVP est indiquée en pourcentage de la vitesse de la lumière et varie généralement aux alentours de 65 - 85 % (ou indiquée 0,65 - 0,85). Cette valeur se trouve dans les caractéristiques techniques fournies par le constructeur du câble. Ce paramètre influe uniquement sur la mesure de longueur du lien : connaissant la vitesse du signal dans le câble et mesurant le temps de propagation, calcule la longueur des paires entières ou coupées.

Chaque rapport de certification devra indiquer, en français, en tête de fiche :

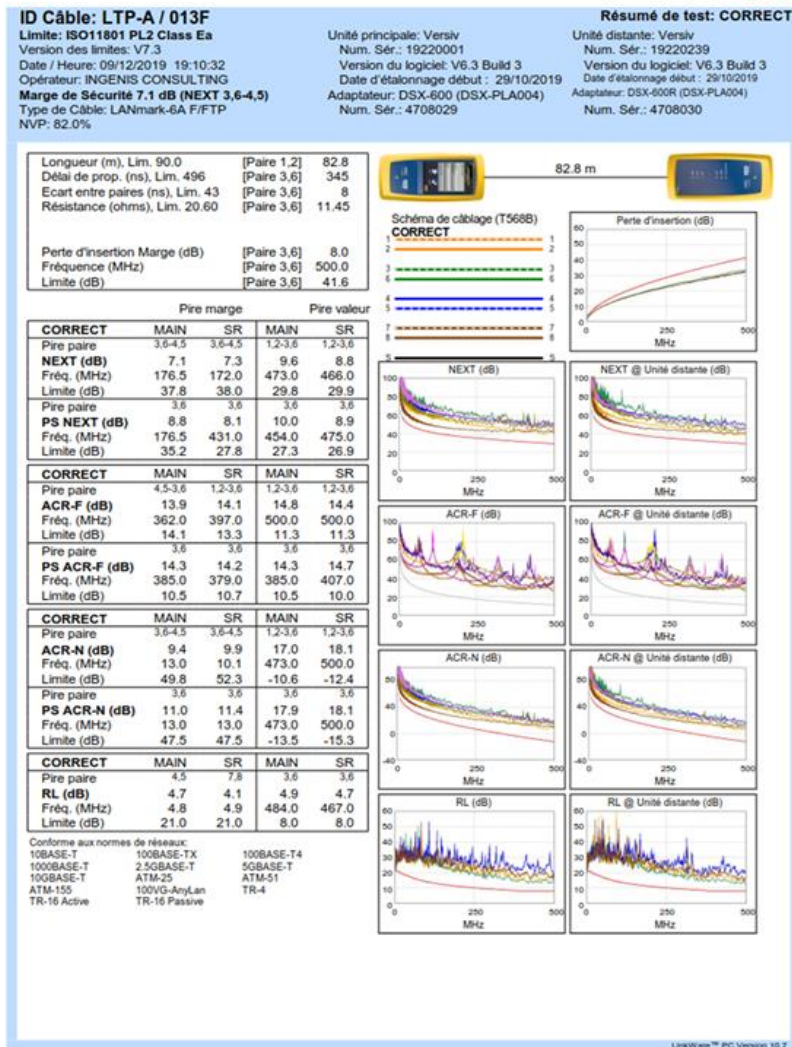
- Les référence de l'appareil de test, la version du firmware,
- Le nom de la prise testée,
- La structure du câble (FFTP, FUTP, ...),
- L'opérateur en charge de la certification,
- La date et l'heure de la certification.

Les mesures relevées par liaison seront présentées sur une page. Les distances devront être exprimées en mètre. Le statut du test par liaison (correct / défaut).

Si plus de 2 % de la totalité des tests échouent, l'intégralité du système de câblage devra être re-testée sans coût supplémentaire.

Une recette complémentaire par sondage, d'un minimum de 10 % des prises RJ45, pourra être réalisée par un prestataire externe sur demande du Maître d'Ouvrage. L'objectif de cette recette complémentaire est de confirmer que le système de câblage installé répond bien en totalité aux exigences de la Catégorie 6A selon la référence normative ISO/IEC 11801 Amendement 4 de novembre 2017 pour la Classe EA.

Exemple de fiche de recette :



Projet:  
tests cuivre

Page 1

### A.8.2.1.2 Rocide Cuivre

Pour les rocades multipaires cuivre, un test de continuité des liaisons pour chaque rocade multipaire sera demandé et remis sous la forme d'un tableau précisant le SR tenant, le SR aboutissant, le N° des connecteurs et le N° des paires testées.

### A.8.2.2 Contrôle des liaisons Fibre Optique (FO)

Les rocades FO seront testées par réflectométrie. Les mesures permettront de connaître les longueurs effectives des câbles FO, de détecter et localiser les défauts le long de la chaîne optique.

La mesure de la fibre optique doit être effectuée obligatoirement après la pose.

Cette mesure doit être réalisée dans les deux sens aux deux longueurs d'ondes (850-1310 pour la multimode et 1310-1550 pour la monomode).

Cette précaution permet d'observer la différence de comportement en rétrodiffusion de la fibre suivant le sens d'injection.

La courbe à fournir doit présenter les valeurs suivantes, pour chaque longueur d'onde considérée :

- La longueur de la fibre mesurée,
- L'atténuation linéique de la fibre mesurée,
- La valeur d'atténuation du connecteur d'entrée,
- La valeur d'atténuation du connecteur de sortie.
- La méthode de mesure choisie est la Réflectométrie.

Cette étape réalise la validation finale de l'installation. Elle effectue un contrôle des liens constitués, raccordés et installés en définitif dans les baies VDI.

Les courbes de réflectométrie seront imprimées pour être présentées dans le cahier de câbles. Ces courbes mentionneront les échelles et les conditions de mesure.

La procédure de test doit être conforme à la norme ISO/IEC 14763-4.

La norme ISO/IEC 14763-4 définit l'installation et le fonctionnement des systèmes de câblage structurés. Les procédures de test à appliquer permettent de qualifier le câblage fibre optique étudié en conformité avec la norme ISO/IEC 11801-1 : 2017 et installé en suivant les prescriptions de la norme ISO/IEC 14763-2 (Planning et installation des systèmes de câblage structurés).

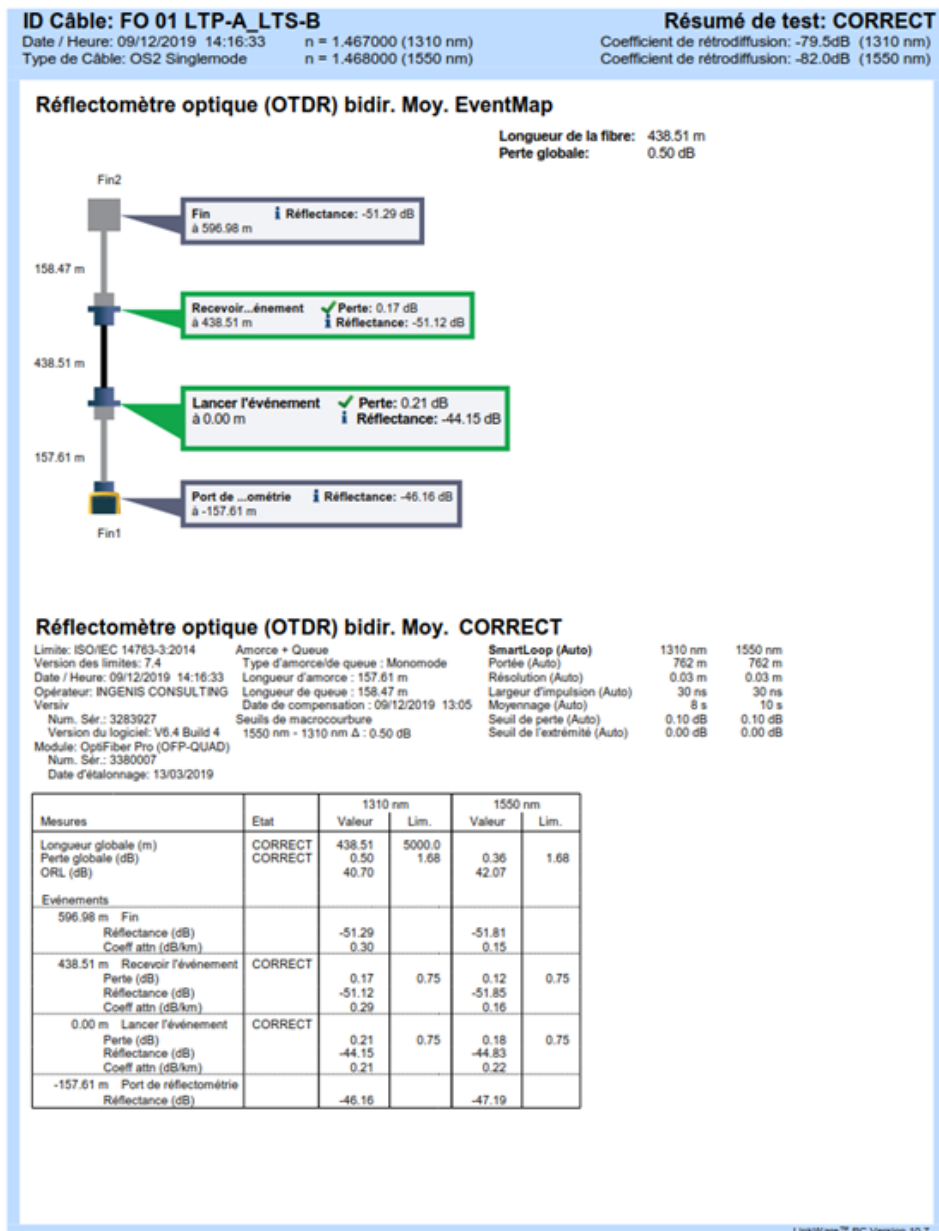
Pour les fibres multimodes, la procédure de test sera basée sur l'utilisation de la méthode 2 de l'IEC 61280-4-1 (méthode avec 1 cordon de brassage). Cette procédure est utilisée pour tester les liens pour lesquels l'atténuation due aux connecteurs représente une part importante de l'atténuation totale du lien.

Pour les fibres monomodes, la procédure de test à utiliser reprend le même principe. Cette procédure est définie par la méthode 1a de la norme IEC 61280-4-2.

L'atténuation de la liaison optique est le paramètre qui est utilisé pour vérifier les performances du système FO. Tous les liens FO installés seront testés et tous les résultats devront être conformes aux critères de qualification. L'atténuation du lien est mesurée en utilisant la méthode de perte par insertion. Cette méthode utilise une source OF et un photomètre pour comparer la différence entre deux mesures de puissance optique.

Le rapport permettra d'identifier le sens dans lequel la mesure a été réalisée.

Exemple de fiche de recette :





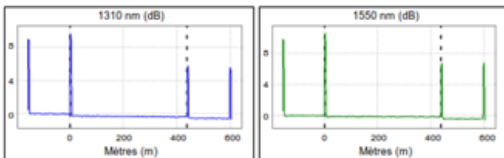
**ID Câble: FO 01 LTP-A\_LTS-B**

**Résumé de test: CORRECT**

Date / Heure: 09/12/2019 14:16:33 n = 1.467000 (1310 nm) Coefficient de rétrodiffusion: -79.5dB (1310 nm)  
Type de Câble: OS2 Singlemode n = 1.468000 (1550 nm) Coefficient de rétrodiffusion: -82.0dB (1550 nm)

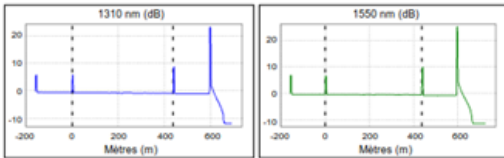
**Fin1 d'OTDR**

Limite: ISO/IEC 14763-3:2014	Amorce + Queue	<b>SmartLoop (Auto)</b>	1310 nm	1550 nm
Version des limites: 7.4	Type d'amorce/de queue : Monomode	Portée (Auto)	762 m	762 m
Date / Heure: 09/12/2019 14:16:02	Longueur d'amorce : 157.61 m	Résolution (Auto)	0.03 m	0.03 m
Opérateur: INGENIS CONSULTING	Longueur de queue : 158.47 m	Largeur d'impulsion (Auto)	30 ns	30 ns
Versiv	Date de compensation : 09/12/2019 13:05	Moyennage (Auto)	8 s	10 s
Num. Sér.: 3283927	Seuils de macrocourbure	Seuil de perte (Auto)	0.10 dB	0.10 dB
Version du logiciel: V6.4 Build 4	1550 nm - 1310 nm Δ : 0.50 dB	Seuil de l'extrémité (Auto)	0.00 dB	0.00 dB
Module: OptiFiber Pro (OFF-QUAD)				
Num. Sér.: 3380007				
Date d'étalonnage: 13/03/2019				



**Fin2 d'OTDR**

Limite: ISO/IEC 14763-3:2014	Amorce + Queue	<b>SmartLoop (Auto)</b>	1310 nm	1550 nm
Version des limites: 7.4	Type d'amorce/de queue : Monomode	Portée (Auto)	851 m	886 m
Date / Heure: 09/12/2019 14:16:33	Longueur d'amorce : 158.47 m	Résolution (Auto)	0.03 m	0.03 m
Opérateur: INGENIS CONSULTING	Longueur de queue : 157.61 m	Largeur d'impulsion (Auto)	30 ns	30 ns
Versiv	Date de compensation : 09/12/2019 13:05	Moyennage (Auto)	8 s	9 s
Num. Sér.: 3283927	Seuils de macrocourbure	Seuil de perte (Auto)	0.10 dB	0.10 dB
Version du logiciel: V6.4 Build 4	1550 nm - 1310 nm Δ : 0.50 dB	Seuil de l'extrémité (Auto)	0.00 dB	0.00 dB
Module: OptiFiber Pro (OFF-QUAD)				
Num. Sér.: 3380007				
Date d'étalonnage: 13/03/2019				



LinkWare™ PC Version 10.7

## A.9 Dossier des ouvrages exécutés (DOE)

La rédaction d'une documentation complète décrivant précisément l'installation VDI réalisée fait partie intégrante de la prestation. L'ensemble des documents sera livré au format papier et à un format électronique exploitable : MS Office, Visio, Autocad (pour les plans) ou Adobe PDF.

L'ensemble des documents techniques sera fourni avec une présentation complète de l'architecture mise en place et un index des pièces constituant le DOE. Le DOE comprendra l'ensemble des documents en français, plans, synoptiques, schémas, nomenclature et tests relatifs aux installations effectivement déployées, et notamment :

- La nomenclature de tous les équipements et composants VDI installés,
- La documentation technique de tous les composants VDI installés,
- Le repérage de tous les équipements et composants VDI installés,
- Les plans, schémas de pose des prises, des RG et SR, des équipements VDI et des cheminements,
- Les synoptiques des rocares FO et Cuivre,
- Les carnets de câbles par baie / coffret avec tenant et aboutissant,
- Les schémas des alimentations électriques mises en place,
- Le dossier des recettes « cuivre » comprenant :
  - Une note explicative permettant d'interpréter les mesures fournies par l'Entreprise,
  - Les fiches de tests pour chaque liaison installée,
  - Un résumé des tests comprenant la liste des prises testées, les longueurs des liaisons et le statut des liaisons (correct / défaut),
- Le dossier des recettes « optique », complété d'une note explicative permettant d'interpréter les mesures fournies par l'équipement de tests
  - Une note explicative permettant d'interpréter les mesures fournies par l'Entreprise
  - Les fiches de tests pour chaque brin FO installé (2 fréquences / 2 sens),
  - Un résumé des tests comprenant la liste des liaisons testées, les longueurs des liaisons et le statut des liaisons,
- Les certificats de garantie du système de câblage installé, fourni par le Constructeur.

Le DOE (ou sa mise à jour) sera fourni en un exemplaire électronique (PDF) à déposer sur la plateforme dédiée mise à la disposition de l'Entreprise par la RGE.

	Word	Excel	Visio	AutoCad	PDF	Source du testeur
Sommaire	X				X	
Synoptique des rocares	X*		X*	X*	X	
Schéma des baies et des coffrets VDI			X*	X*	X	
Tests cuivre					X	X
Listing des prises installées		X			X	
Tests optiques					X	X
Nomenclature des produits installés	X*	X*			X	
Fiche technique des produits					X	
Plans des cheminements				X	X	
Plans des prises (avec repérage)				X	X	
Attestation pour le rebouchage des percements et PV des mousses coupe-feu					X	

\* au choix

## A.10 Garantie des installations

L'Entreprise devra apporter les garanties contractuelles appliquées au système de câblage. Cette garantie est réservée aux installateurs certifiés par le constructeur. Tous les éléments qui constituent le système de câblage doivent provenir d'un seul et même fabricant afin de garantir l'homogénéité et les performances du constructeur et de pouvoir assurer l'adaptation totale vis-à-vis des équipements actifs.

L'Entreprise devra justifier d'un certificat nominatif des monteurs ayant suivi une formation effectuée par le constructeur récapitulant :

- Les normes et performances prises en compte dans le descriptif du projet
- Le rappel des règles de pose et de montage
- Les procédures de tests

Pour bénéficier de cette garantie, l'Entreprise doit faire la demande auprès du fabricant de câblage avant le début du chantier.

### A.10.1 Garantie « Composants »

Il sera demandé une garantie des « Composants » de 20 ans sur l'ensemble de l'installation VDI, hors cordons. Cette garantie couvre le remplacement de tout composant (hors pose et dépose) de la gamme sur lequel serait observé un défaut de fabrication. Elle suppose que le matériel en question ait été mis en œuvre conformément à sa notice d'utilisation et aux règles de l'art.

### A.10.2 Garantie « Performances »

Il sera demandé une garantie de « Performances » de 20 ans sur les chaînes de liaison (cuivre en classe EA et optique) installées vis-à-vis des spécifications de la norme ISO 11801.Ed.2 Amendement 3 et le bon fonctionnement des protocoles définis par les standards de l'industrie à la date de l'installation.

### A.10.3 Garantie « Applicative »

Il sera demandé une garantie « Applicative » de 20 ans sur les chaînes de liaison installées validant le bon fonctionnement de tout applicatif existant ou à venir dans la limite de fréquence spécifiée dans la norme IEEE802.3an de juin 2007, soit 500 Mhz.

### A.10.4 Garantie « CEM »

Il sera demandé à l'Entreprise de garantir une parfaite conformité « CEM » de l'ensemble des composants VDI et des chaînes de liaison installés.

### A.10.5 Garantie Constructeur :



Il est impératif que la chaîne de liaison (prise, câbles et panneaux) soit intégralement constituée des composants du même constructeur permettant ainsi l'obtention d'une garantie constructeur sur l'ensemble de la chaîne de liaison (20 ans minimum).

Un certificat de garantie constructeur sera à fournir lors de la réception des travaux.

Après validation des tests cuivre, un certificat de garantie constructeur doit être fourni et doit comporter les éléments suivants :

- Le nom de de la société d'installation ;
- Le nom du client utilisateur final ;
- Le type de câble ;
- La NVP du câble ;
- La norme de test utilisé ;
- Le nombre de tests effectués ;
- La signature du constructeur.

## A.11 Cadre des prestations à réaliser

### A.11.1 Obligations de l'Entreprise

Comme déjà évoqué dans le présent document, l'Entreprise dispose obligatoirement des qualifications professionnelles (certifications techniques, habilitations VDI, courant faible et courant fort) relatives à la mise en œuvre des technologies du transport de l'information à très haut débit. Elle disposera des « agréments Constructeurs » de tous les matériels proposés et veillera à joindre l'ensemble de ces attestations à son dossier ou mémoire technique.

L'Entreprise est réputée compétente pour assurer l'étude et la définition précise des équipements nécessaires, la fourniture, la livraison, la pose, la mise en œuvre et les validations, tests et certifications de fin de travaux.

Les dispositifs coupe-feu seront obligatoirement mis en place ou remis en état après percement / carottage ou en cas d'altération des dispositifs existants.

L'ensemble des équipements mis en œuvre est repéré selon les conventions décrites dans le présent document de référence VDI.

L'Entreprise est tenue de fournir les fiches techniques des matériels proposés. Celles-ci décriront avec précision les caractéristiques ainsi que les garanties données par le fabricant. Tous les composants seront installés conformément aux procédures prescrites par le fabricant.

Toutes les interventions de l'Entreprise seront optimisées pour limiter toute forme de perturbation (bruits, percements, poussières, stockage matériel, accès locaux limités ...). De la même façon, les interventions nécessitant une coupure des services électriques, informatiques ou téléphoniques seront réduites, planifiées et réalisées en accord avec le responsable du site désigné par la RGE.

L'Entreprise veillera à nettoyer quotidiennement sa zone de travaux et remettra au responsable du site désigné par la RGE, lors de la réception des travaux, une installation et un environnement de travail propres.

Pour réaliser les travaux, les prestations fournies s'entendent avec fourniture, montage, raccordements, paramétrage, tests et essais complets de tous les éléments constitutifs, et comprendront notamment :

- L'étude technique complète et la réalisation des besoins exprimés par le Maître d'Ouvrage,
- Le transport, le déchargement, le stockage éventuel du matériel sur le chantier, sous sa responsabilité,
- Le montage intégral des éléments neufs et de première qualité constituant l'installation et les systèmes annexes associés éventuels,
- Les percements et leurs rebouchages, au ciment et au plâtre, y compris remise en état à l'identique et reprise des dégradations, le garnissage de tous les percements sera fait respectant les dispositions constructives, structurelles et coupe-feux du bâtiment,
- Les peintures de finition et raccords des revêtements de surface existants modifiés ou altérés par son intervention et les reprises d'étanchéité,
- L'évacuation des déchets, gravats, chutes ou autres matériaux au fur et à mesure de l'avancement des travaux, l'enlèvement des emballages, fournitures inutilisées, déchets de fourniture ou de travaux et leur transport à la décharge publique, le tout dans le respect de la réglementation et dans des conditions propres à éviter tout effet nocif sur l'environnement,

- La dépose d'ouvrages existants et leur repose lorsque nécessaire. Les ouvrages dégradés seront remplacés aux frais de l'Entreprise,
- La dépose et repose des faux plafonds démontables,
- La protection des câbles par fourreaux pour le passage des trémies ou réservations,
- Les essais sur site de tous les systèmes et composants fournis ou modifiés selon une procédure détaillée par l'Entreprise,
- La documentation d'exploitation de tous les équipements installés.
- L'Entreprise assurera notamment :
  - La planification et la synchronisation des interventions lors des différentes phases du chantier avec les autres intervenants de l'opération,
  - La mise en service des installations selon une procédure compatible avec les contraintes de fonctionnement du site et de calendrier du projet,
  - La présence d'un responsable technique lors des phases de vérification, de réception et de mise en service des installations,
  - La mise à jour ou la rédaction complète des dossiers des ouvrages exécutés (DOE) intégrant notamment les recettes cuivre et fibre.

### **A.11.2 Direction de projet**

Selon la nature, la criticité, l'envergure et le périmètre des travaux, un chef de projet sera désigné par l'Entreprise. Il sera l'interlocuteur unique vis à vis du Maitre d'Ouvrage durant toute la durée de l'opération. Le suivi des travaux et les relations avec les autres entreprises éventuelles, installateurs en place etc... seront à la charge de l'Entreprise.

Le chef de projet de l'Entreprise fournira un compte rendu (Reporting) hebdomadaire incluant un planning détaillé, un état d'avancement des mises en service, zones par zones et rédigera les comptes rendus de réunions. La personne physique chargée de l'exécution de cette mission devra participer à toutes les réunions organisées par le Maitre d'Ouvrage et présenter les documents d'études conformément aux indications figurant le dossier technique ou de consultation.

Tout remplacement du chef de projet sera communiqué au Maitre d'Ouvrage et soumis à l'accord de celui-ci. Le nouveau chef de projet devra au minimum avoir pris pleine connaissance des dossiers en cours et présenter des qualifications et expériences professionnelles équivalentes à la personne remplacée.

### **A.11.3 Suivi des travaux**

Une première réunion de lancement aura pour but de cadrer la prestation, son étendue géographique, le calendrier des opérations, les prérequis éventuels, des modalités d'accès et de sécurité des locaux, les rôles et les responsabilités de chacun des intervenants sur le chantier, les dates des réunions de chantier à suivre etc... Il sera demandé à l'Entreprise d'être force de propositions dans la gestion et la bonne conduite des travaux.

La réunion de lancement sera suivie de réunions de chantier (selon taille et durée de travaux). Les réunions se dérouleront principalement sur site et permettront d'apprécier la bonne exécution des différentes étapes.

#### **A.11.4 Sécurité des personnes**

L'Entreprise respectera toutes les dispositions du code du travail (notamment la loi 93.1418 du 31 décembre 1993) et des textes en vigueur concernant l'hygiène, la sécurité et la protection de la santé.

L'Entreprise prendra toutes les dispositions pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

En présence d'équipements ou de matériels de chantier dans les lieux de passage du personnel ou d'élèves d'un établissement, toutes les dispositions seront prises par l'Entreprise pour écarter tout danger : signalétique adaptée, barrières de contournement, protection par matériaux amortissants etc...

Aucun obstacle ne devra gêner l'évacuation des locaux en cas de sinistre.

#### **A.11.5 Période d'intervention**

Certains travaux seront réalisés en « site occupé », d'autres pendant les congés scolaires. Aussi, toute intervention sera réalisée après validation par le Maître d'Ouvrage et par la Direction du site :

- D'un planning précisant les jours et les horaires des travaux fourni par l'Entreprise
- D'un descriptif des travaux à réaliser fourni par l'Entreprise et précisant : la nature de ceux-ci, les zones concernées et les impacts fonctionnels (condamnation de locaux, circulations, bruits, coupures de service...).

Par ailleurs :

- L'Entreprise veillera à perturber le moins possible le fonctionnement de l'établissement par le bruit, et organisera les travaux pour tenir compte de ces contraintes.
- Durant les périodes d'examens, l'Entreprise veillera à travailler dans un secteur éloigné des zones où se déroulent les épreuves en accord avec le chef d'établissement.
- Les déplacements de matériels se feront hors des plages horaires de mouvements des élèves (récréations, changements de cours, entrée, sortie...)
- L'ouverture et la fermeture des locaux seront convenues et formalisés entre l'Entreprise et l'établissement.
- Un plan de prévention sera systématiquement signé conjointement par le responsable de l'entreprise titulaire du chantier de câblage et le chef d'établissement.

## B. Sécurité des biens et des personnes dans les établissements

*Le chapitre B concerne les dispositifs de sécurité des biens et des personnes dans les établissements et plus précisément les systèmes de vidéoprotection et de déclenchement / diffusion d'alerte pour Plan Particulier de Mise en Sécurité (PPMS). Celui-ci est à prendre en considération pour tout projet de construction d'un nouvel établissement, de rénovation, d'extension ou, plus simplement, pour tout projet de mise en place d'une solution de sécurisation d'un établissement de la RGE.*

### B.1 Présentation générale



## C. Architecture des réseaux locaux dans les établissements

*Le chapitre C porte sur les équipements actifs de réseaux locaux, fédérateurs ou de distribution, avec ou sans la fonction d'alimentation électrique POE. Celui-ci est applicable pour tout projet de construction d'un nouvel établissement, de rénovation, d'extension ou, plus simplement, pour toute opération de modernisation des réseaux locaux dans un bâtiment voire un lycée complet.*

### C.1 Présentation générale

La mise en œuvre d'une architecture de réseaux locaux (ou LAN) dans un établissement de la Région Grand Est doit impérativement répondre au modèle détaillé par le présent référentiel LAN. Celui-ci s'appuie notamment sur les normes internationales, les standards de l'industrie et les règles de fonctionnement des services informatiques de la Collectivité et plus particulièrement des Lycées.

En effet, les lycées du Grand Est ont des infrastructures de réseaux de plus en plus complexes proposant des services de plus en plus étendus.

L'application stricte du présent Référentiel permet ainsi de répondre aux nouvelles exigences en matière de transport, de traitement et de sécurité des informations à caractères pédagogiques et administratifs.

Toute nouvelle architecture LAN mise en œuvre se doit d'être **performante**, **évolutive**, **sécurisée** et **universelle**. Celle-ci doit être capable de traiter et transporter « en sécurité » toutes les applications actuelles et émergentes.

Ce document référentiel présente les exigences et spécifications techniques des équipements à installer ainsi que les règles de paramétrage garantissant le bon fonctionnement des réseaux dans les établissements de la Région Grand Est.

Ce référentiel doit impérativement être utilisé pour tout « projet réseaux ». Il pourra également être utilisé pour la rédaction de CCTP portant sur des opérations d'extension et/ou de rénovation de réseaux locaux.

Il a également été conçu pour permettre de répondre à l'optimisation des coûts d'installation, d'exploitation et de maintenance, tout en respectant les exigences techniques et en anticipant les futures évolutions.

### C.2 Glossaire

Abréviations	Significations
IP	Internet Protocol
POE	Power Over Ethernet
CMIL	Correspondant Maintenance et Informatique des Lycées
CPMIL	Chef de Pôle CMIL
LAN	Local Area Network
FO	Fibre Optique
OM1, 2, 3...	Optical Multimode 1, 2, 3, 4 ..., définit la qualité de la FO
IRF	Intelligent Resilient Framework
LAN	Local Area Network

VLAN	Virtual Local Area Network
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
DMZ	DeMilitarized Zone
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers

## C.3 Normes applicables

Les performances de transmission, la fiabilité des réseaux filaires et non-filaires et la facilité d'exploitation dépendent essentiellement du respect des normes, tant du point de vue de l'ingénierie que de l'installation.

Tous les équipements utilisés dans les architectures de réseaux LAN devront être certifiés NF. Les fiches techniques et les certificats de conformité aux normes électriques et de connexion aux réseaux des matériels proposés seront demandés par la maîtrise d'ouvrage, ceci sur tous les projets d'extension, de création ou de refonte d'architectures de réseaux LAN.

Toutes les installations doivent être conformes aux règles de l'art et impérativement satisfaire aux prescriptions des normes, règlements et décrets en vigueur présentés ci-après.

**Attention** : En cas de divergence des normes, la version **la plus contraignante** sera appliquée.

### C.3.1 Normes de références et versions des réseaux Ethernet

Pour rappel, Ethernet est la technologie filaire LAN dominante. Son universalité s'explique par divers facteurs tels que :

- La diversité des supports : Cuivre, Fibre, sans fil
- L'interopérabilité vers IP et les protocoles IEEE 802,
- La stabilité des infrastructures,
- L'évolutivité de la technologie (services),
- Une technologie plutôt bon marché,
- La facilité de déploiement,
- La fiabilité assurée par l'infrastructure et par la commutation.

Les différentes versions de la technologie Ethernet sont les suivantes :

On trouvera ci-dessous le nom commercial, la vitesse théorique, la dénomination physique, le standard IEEE et des caractéristiques physiques sommaires des technologies Ethernet les plus courantes.



Nom commercial	Vitesse	Dénomination physique	Standard	Support, longueur
Ethernet	10 Mbps	10BASE-T	IEEE 802.3	Cuivre, 100 m
Fast Ethernet	100 Mbps	100BASE-TX	IEEE 802.3u	Cuivre, <100 m
Gigabit Ethernet	1 Gbps	1000BASE-SX, 1000BASE-LX	IEEE 802.3z	Fibre, 550 m, <5 Km
Gigabit Ethernet	1 Gbps	1000BASE-T	IEEE 802.3ab	Cuivre, <100 m
10Gigabit Ethernet	10 Gbps	10GBASE-SR, 10GBASE-LR	IEEE 802.3ae	Fibre, 300 m, <25 Km
10Gigabit Ethernet	10 Gbps	10GBASE-T	IEEE 802.3an	Cuivre, <100 m
40Gigabit Ethernet	40 Gbps	40GBASE-SR, 40GBASE-LR	IEEE 802.3ba	Fibre, 125 m, <10 Km
100Gigabit Ethernet	100 Gbps	100GBASE-SR, 100GBASE-LR	IEEE 802.3ba	Fibre, 125 m, <10 Km

*Toutes nouvelles publications de normes, de règlements ainsi que d'amendements à ces derniers, entraîneront leur application.*

### C.3.2 Normes de références pour le POE (rappel)

Les normes portant sur la transmission de la puissance sur paire torsadée Power Over Ethernet (POE) sont les suivantes :

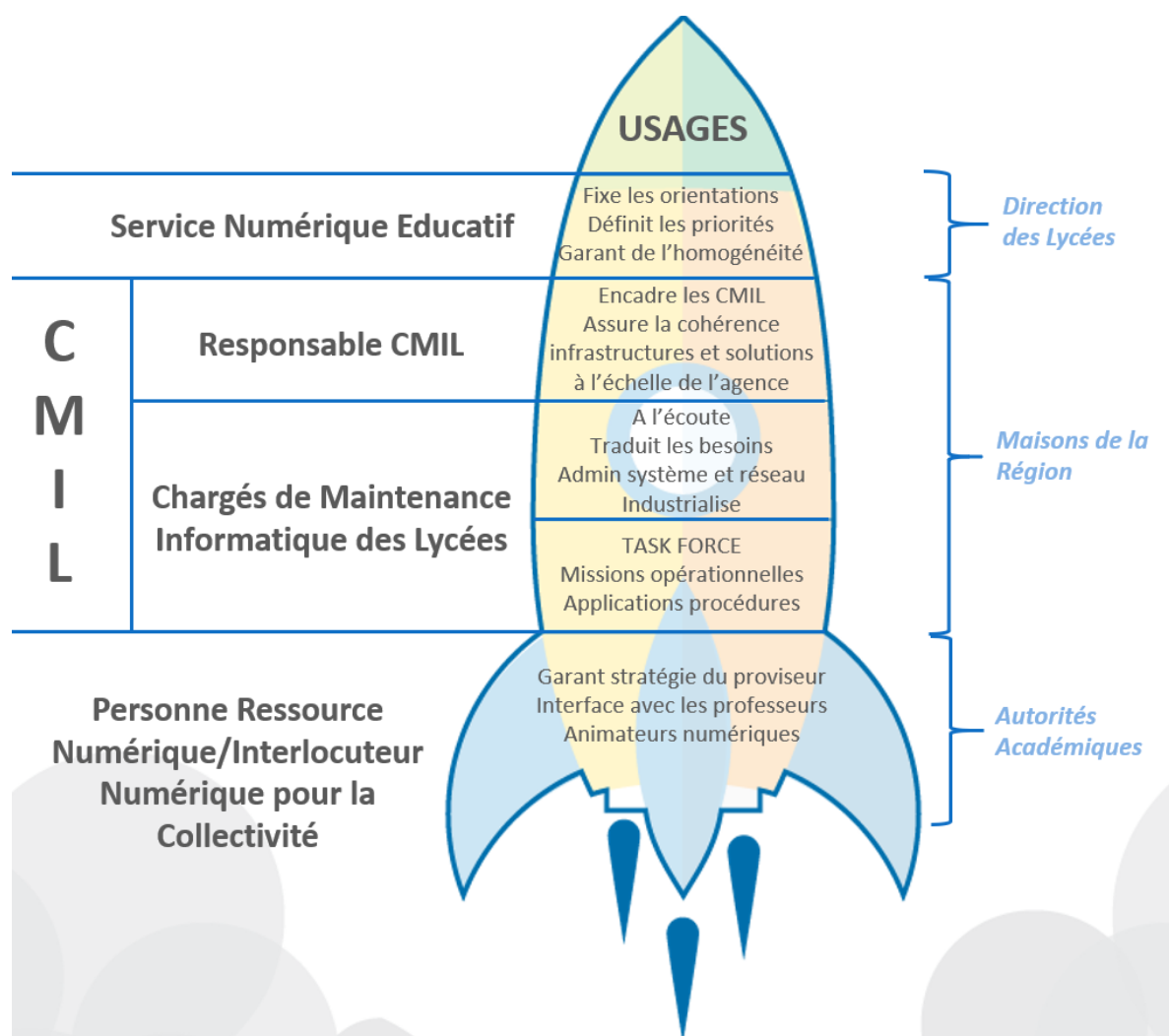
Normes	Dénomination	Puissance max. délivrée	Nombre de paires utilisées	Intensité maximum
IEEE 802.3af – Type 1	POE	15,4 W	2	350 mA
IEEE 802.3at – Type 2	POE +	30 W	2	350 mA
IEEE 802.3bt – Type 3	POE ++	60 W	4	350 mA
IEEE 802.3bt – Type 4	POE ++	90 W	4	350 mA

*Toutes nouvelles publications de normes, de règlements ainsi que d'amendements à ces derniers, entraîneront leur application.*

## C.4 Intervenants sur les réseaux des Lycées

La Région Grand Est a mis en place une organisation basée sur des ressources techniques « internes » et de proximité. L'organisation est composée de CMIL (Correspondant Maintenance et Informatique des Lycées) présents sur site. Le CMIL a généralement en charge 2 à 4 établissements (selon la taille de ces derniers). Un CPCMIL, responsable d'une équipe de CMIL, est présent dans chaque agence territoriale.

Les CMIL et les CPCMIL recensent les besoins « informatiques » des établissements et assurent le suivi opérationnel (installation, paramétrage et administration) des équipements et réseaux informatiques dans ces derniers.

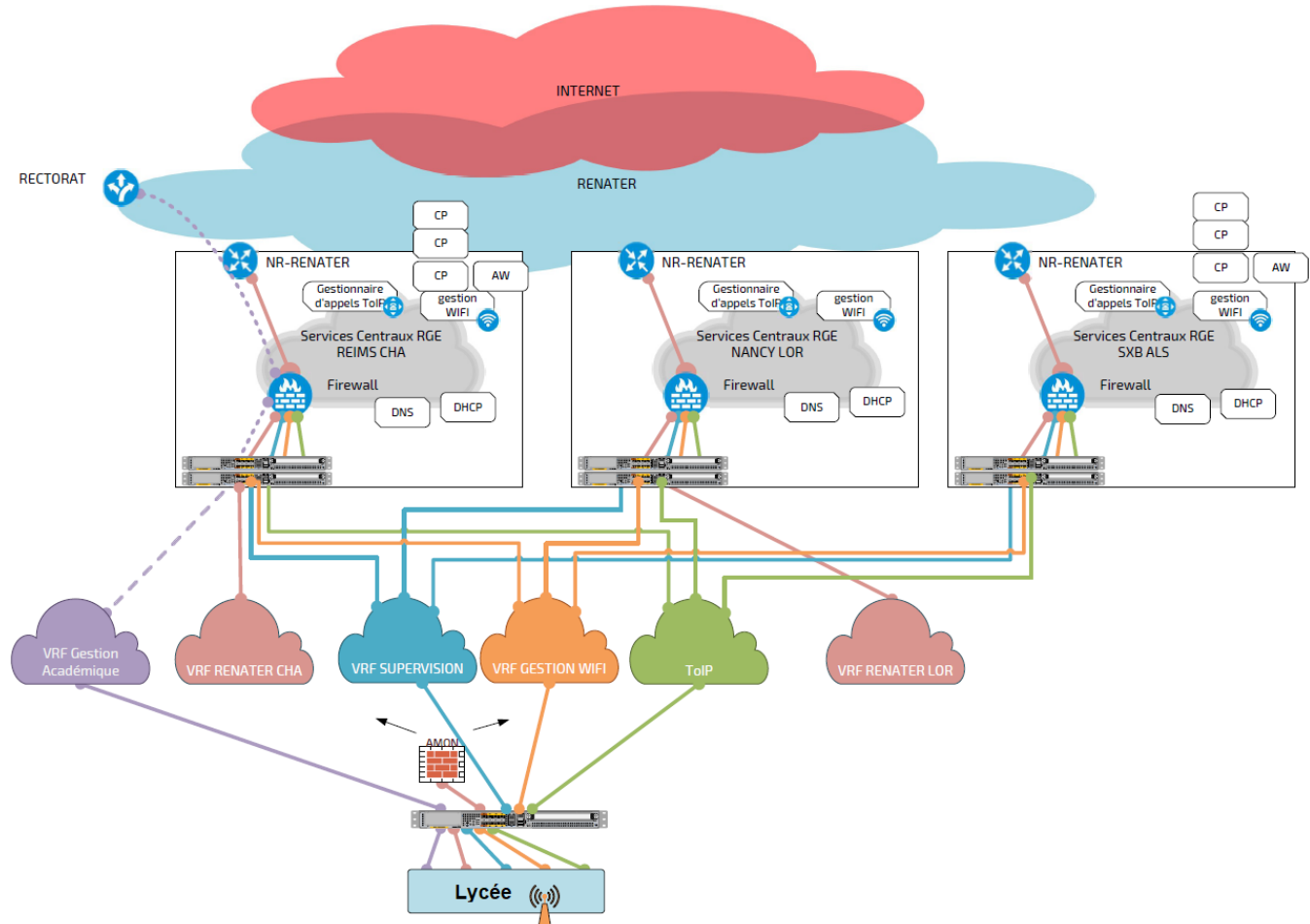


L'organisation ainsi présentée doit permettre de pérenniser les installations des réseaux, en faciliter l'administration et la maintenance et garantir la bonne conformité, la cohérence et l'homogénéité des infrastructures réseaux des lycées.

## C.5 Architecture Régionale des Réseaux

### C.5.1 Synoptique général simplifié

L'architecture régionale des réseaux des établissements de la RGE repose sur 3 plaques comme présentée ci-après :



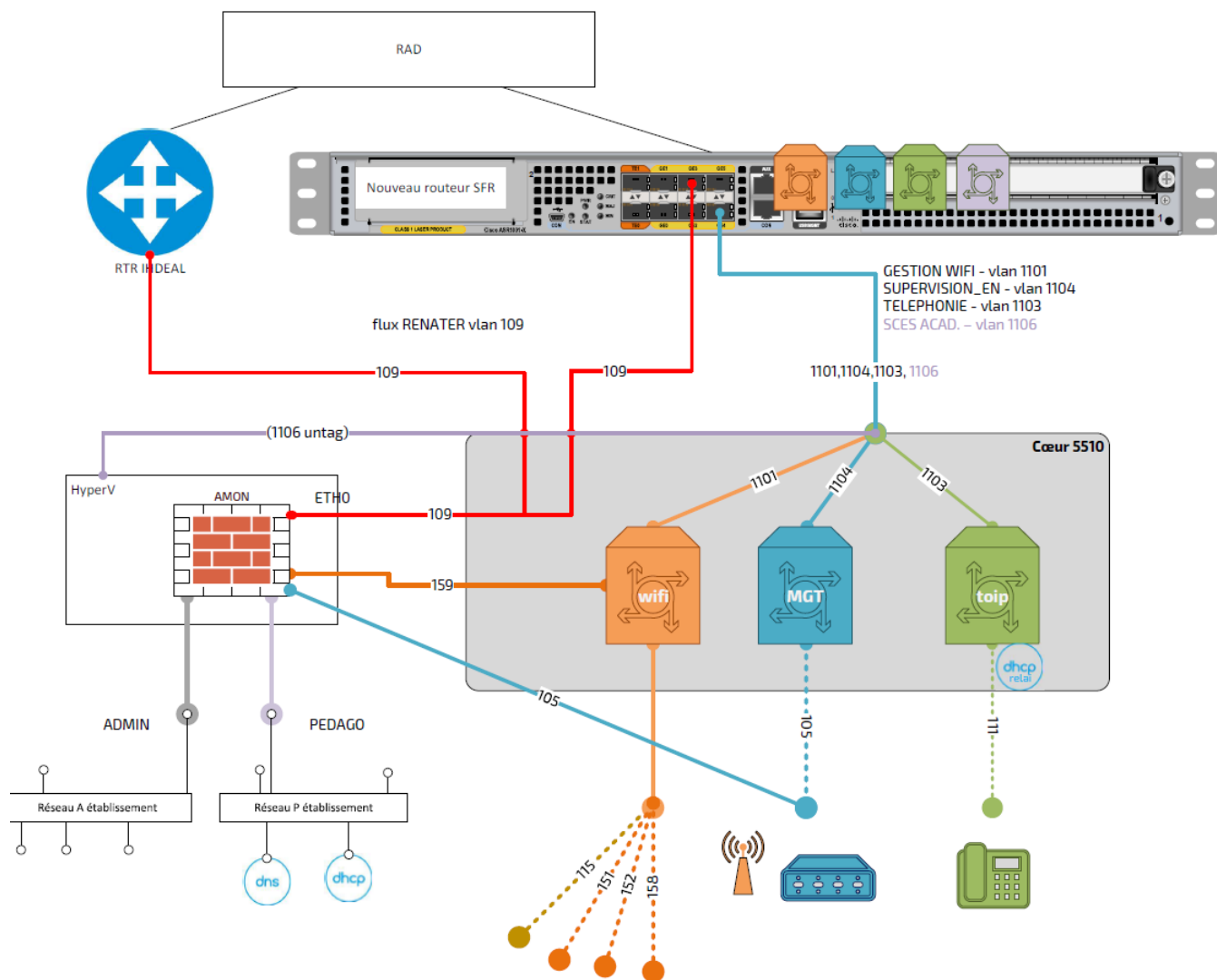
Source : Ingénis Consulting

**Note :** Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour

### C.5.2 Connexion du Cœur de réseau au Routeur de l'Opérateur

La connexion du Cœur de réseau des établissements de la RGE au routeur de l'opérateur SFR est déclinée par Zone, comme montré ci-après.

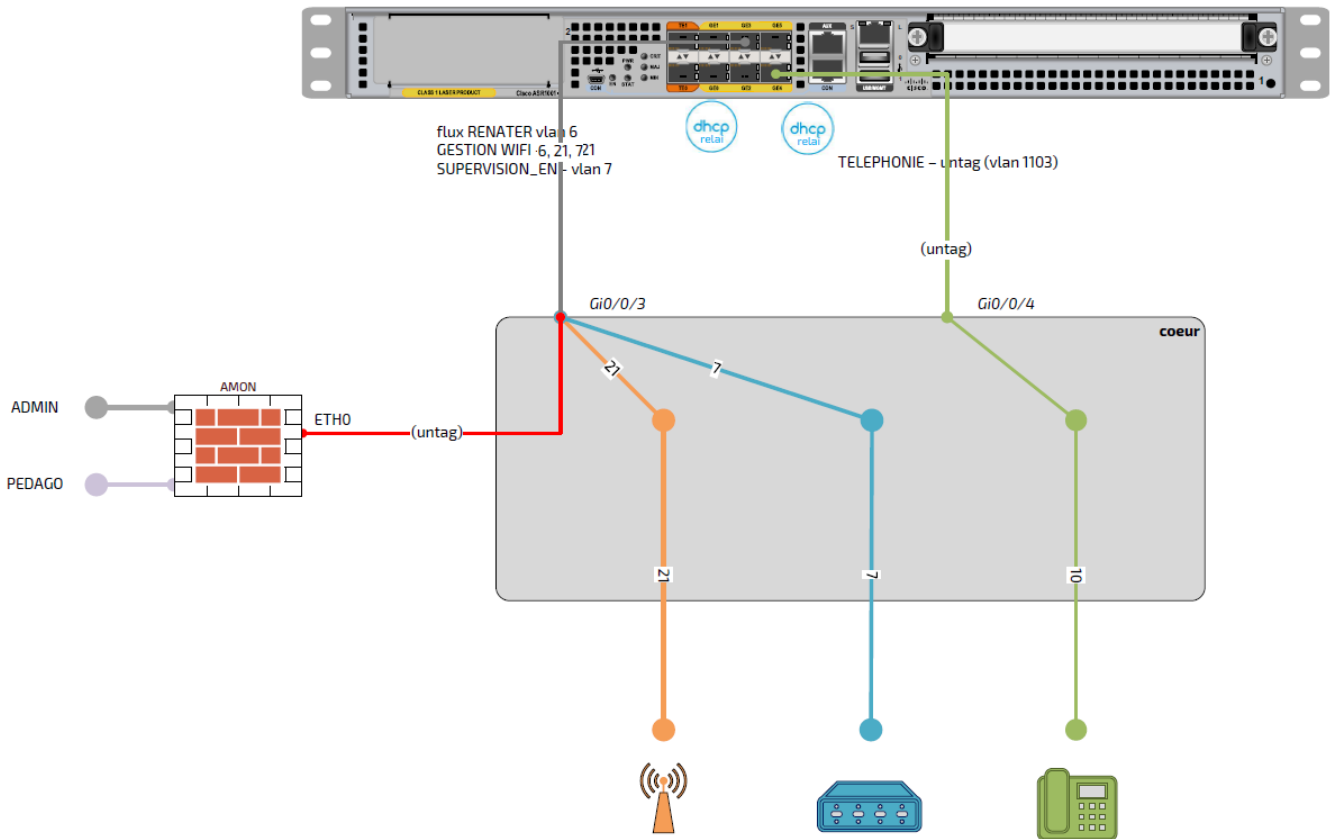
#### C.5.2.1 Sites d'Alsace :



Source : Ingénis Consulting

**Note : Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour**

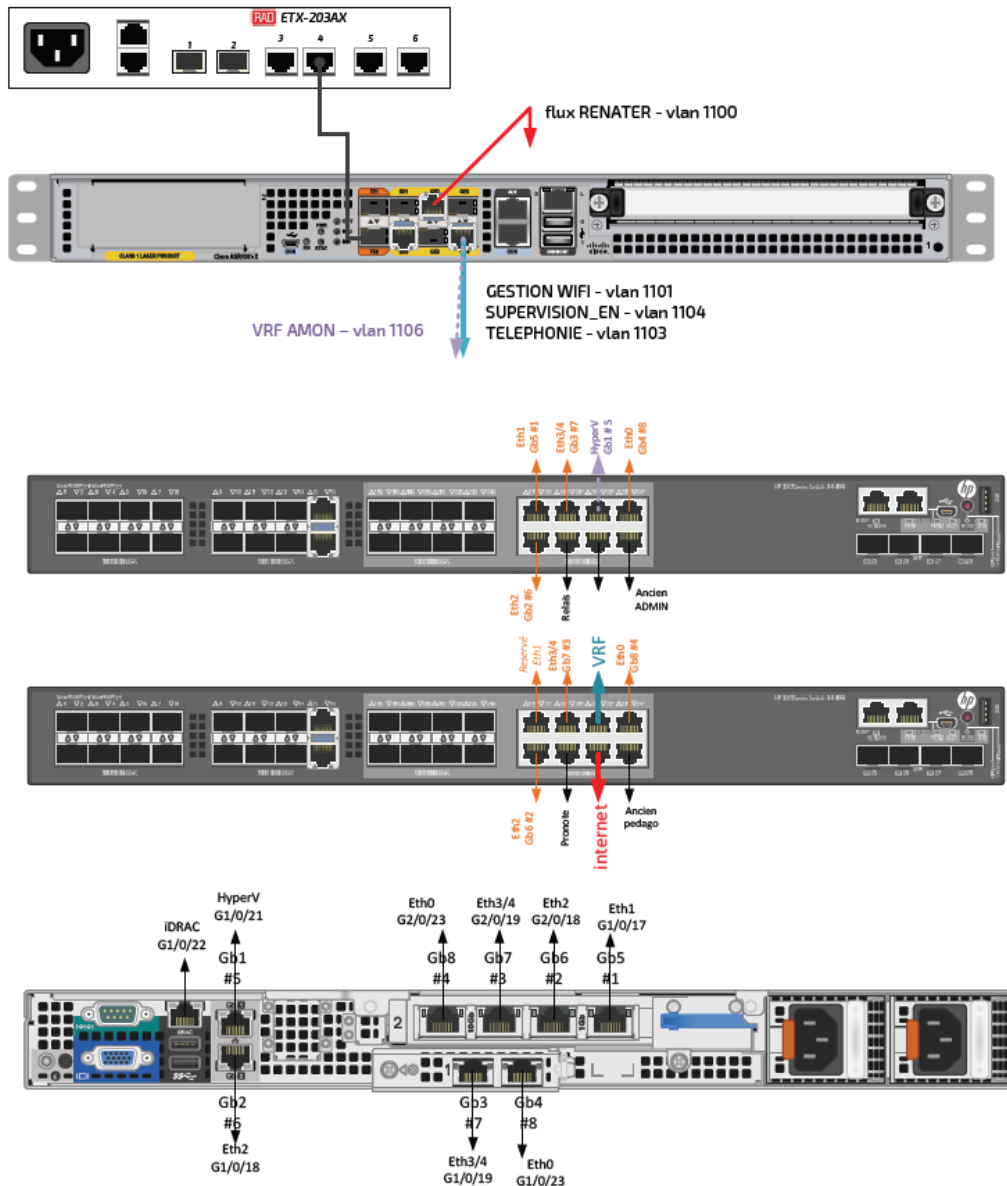
### C.5.2.2 Sites de Lorraine :



Source : Ingénis Consulting

**Note : Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour**

### C.5.2.3 Sites de Champagne-Ardenne :



Source : Ingénis Consulting

**Note :** Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour

### C.5.3 Liste des VLAN standardisés par la RGE

Le tableau ci-après mentionne la liste des VLAN en cours de standardisation par la RGE.

**Note :** Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour

Nom du VLAN	Usage	Num VLAN	Remarques	Connexion AMON
DEFAULT	DEFAULT, non utilisable en interne	1	Ne rien brasser sur ce vlan	NON
ADMIN	Administratif	301		OUI
ADMIN_COL	Réseau administratif du collège (si séparé)	302	Vlan déployé uniquement si lycée et collège sont scindés	OUI
ADMIN_GRETA	Réseau administratif du Greta (si séparé)	303	Vlan déployé uniquement si lycée et Greta sont scindés	NON
ADMIN_CFA	Réseau administratif du CFA (si séparé)	304	Vlan déployé uniquement si lycée et CFA sont scindés	NON
ADMIN_CFPPA	Réseau administratif du CFPPA (si séparé)	305	Vlan déployé uniquement si lycée et CFPPA sont scindés	NON
ADMIN_TIERS	Réseau administratif pour des structures tierces en établissement. Par exemple : Centre de compétence régional du composite (MR St Dizier Bar le Duc)	306	Vlan déployé uniquement si lycée et structure tierce sont scindés	NON
PEDAGO	Pédagogie : postes de travail + ressources pédago (serveurs / autres)	401		OUI
PEDAGO_COL	Pédagogie pour les collèges (grappe/cité scolaire)	402	Vlan déployé uniquement si lycée et collège sont scindés	OUI
PEDAGO_GRETA	Pédagogie pour le greta (si séparé)	403	Vlan déployé uniquement si lycée et Greta sont scindés	NON
PEDAGO_CFA	Pédagogie pour le CFA (si séparé)	404	Vlan déployé uniquement si lycée et CFA sont scindés	NON
PEDAGO_CFPPA	Pédagogie pour le CFPPA (si séparé)	405	Vlan déployé uniquement si lycée et CFPPA sont scindés	NON
PEDAGO_TIERS	Réseau pédagogique pour des structures tierces en établissement. Par exemple : Centre de compétence régional du composite (MR St Dizier Bar le Duc)	406	Vlan déployé uniquement si lycée et structure tierce sont scindés	NON
PROXY_OFF	Vlan pour isoler une section spécifique (INTERNET mais sans proxy). Communication non possible avec le Vlan PEDAGO.	420	A faire valider par rectorat	NON
SEC_INFO_PROXY_ON	Vlan pour isoler une section informatique (INTERNET avec proxy). Communication non possible avec le Vlan PEDAGO.	421	Utilisé uniquement pour les plateaux techniques des sections informatiques et pas les salles mutualisées.	OUI
SEC_INFO_PROXY_OFF	Vlan pour isoler une section informatique (INTERNET sans proxy, pas de filtrage AMON). Communication non possible avec le Vlan PEDAGO.	422	Utilisé uniquement pour les plateaux techniques des sections informatiques et pas les salles mutualisées.	NON
ISOLEMENT	Vlan pour isoler un équipement hors réseau péda et SANS INTERNET. Communication non possible avec le Vlan PEDAGO.	423	A faire valider par rectorat Exemple : machine outil à commande numérique avec station en Windows XP	NON
ISOLEMENT_PEDA	Vlan pour équipement ayant besoin de wifi et accès au réseau péda. -> évite d'avoir un wifi sur le Vlan PEDAGO.	424	Usage très localisé (un lycée à Mulhouse) -> douchette wifi pour section vente	OUI
DMZ-PUB	Services externes	501	Gestion par les AA	OUI
DMZ-PRI	Services internes communs	502	Gestion par les AA	OUI
INTERNET	interco AMON-TELEMUS / interco AMON-IHDEAL et Internet établissement	503		OUI
INTERNET_COL	Vlan Internet pour les grappes avec collèges où la liaison Internet est fournit par la région	504	Déployer uniquement si grappe où la région fournit l'accès Internet au collège	OUI



Nom du VLAN	Usage	Num VLAN	Remarques	Connexion AMON
GEST-WIFI	Gestion WIFI (lycée 4.0)	510	Gestion des bornes wifi 4.0	NON
GEST-INFRA	Gestion de l'infrastructure informatique (switchs, Hyper-V (+VM), iLO, IDRAC)	511	Joignable depuis l'extérieur via VRF Supervision	NON
TOIP	Téléphonie	512		NON
IMPRESSION	Gestion des imprimantes	513	Validation demandée aux AA. Déployer uniquement si besoin d'imprimer depuis le wifi 4.0.	OUI
PROJECTION	Gestion des VPI/TBI, vidéoprojecteurs	514		OUI
WIFI-INVITES	Wifi invité du lycée 4.0	515		OUI
WIFI-INTERNE	Wifi Lycée 4.0	520-527	ALS et CA, actuellement 2 types présents : petits sites avec 4 Vlan et grands sites avec 8 Vlan -> à harmoniser pour avoir 8 Vlan partout. LOR, 1 seul Vlan présent : Est-ce qu'il est nécessaire et possible de découper?	OUI
GTB-GTC	Gestion technique (regroupe les usages GTB/GTC) -> Chauffage/production d'eau chaude sanitaire, Ventilation/traitement d'air/climatisation, Gestion de l'éclairage et de l'énergie (délestage), Brise soleil, volets roulants/stores, Horloge mère/sonnerie de fin de cours	601		NON
PPMS	Gestion du PPMS	602		NON
VISIOCONFERENCE	Pour équipement de visioconférence	603		NON
ALARME	Alarmes techniques (ascenseurs, congélateurs, réfrigérateurs, TGBT, postes de transformation, pompes de relevage), Alarmes anti-intrusion/télésurveillance	604		NON
ACCES	Ouverture de porte/contrôle d'accès/gestion des flux	605		NON
AFFICHAGE	Ecrans d'affichage (communication locale), panneaux lumineux à l'entrée, etc.	606		NON
VIDEOPROTECTION	Vidéoprotection	607		OUI
REGION	Pour les agents région siège/MR/EMOP se trouvant en lycée	701		NON
POUBELLE	Vlan par défaut	999	Aucun matériel branché sur ce vlan. Tous les ports non utilisés sur les switchs sont laissés sur ce vlan et désactivés.	NON
INTERCO_RENATER	Interconnexion marché télécom	1100		NON
INTERCO_MGMT_WIFI_EN	Interconnexion marché télécom	1101		NON
INTERCO_MGMT_WIFI_AGRI	Interconnexion marché télécom	1102		NON
INTERCO_TOIP	Interconnexion marché télécom	1103		NON
INTERCO_SUPERVISION_EN	Interconnexion marché télécom	1104		NON
INTERCO_SUPERVISION_AGRI	Interconnexion marché télécom	1105		NON
INTERCO_SUPERVISION_ACADE	Interconnexion marché télécom	1106		NON

## C.6 Architecture LAN dans les Etablissements

### C.6.1 Objectif

L'objectif d'un réseau local filaire ou radio est d'offrir à ses usagers un accès homogène et sécurisé aux ressources informatiques et téléphoniques et de façon générale à tout contenu « électronique » disponible. Les ressources et contenus « électroniques » peuvent être locaux ou distants.

Un réseau local doit notamment permettre :

- De donner un accès sécurisé et performant aux ressources de l'établissement, de la Collectivité, du Ministère de l'Education Nationale, que celles-ci soient locales ou distantes, les ressources étant les serveurs d'applications, de fichiers et de contenus, les accès à l'internet et au réseau public de façon générale, les systèmes de stockages et de sauvegarde, les systèmes d'impression etc...
- De partager des informations entre les postes de travail de l'établissement,
- De se connecter de façon aisée et non différenciée aux réseaux filaires ou radio disponibles.

Le dimensionnement des réseaux sera adapté à la taille de l'établissement et à la quantité de postes de travail.

### C.6.2 Généralité des Architectures LAN dans les Etablissements

L'architecture LAN est basée sur les constituants suivants :

- Les commutateurs fédérateurs ou « cœur de réseau », ils sont le plus souvent installés dans la baie de répartition générale (RG) en salle informatique principale et en salle de secours / backup le cas échéant,
- Les commutateurs de distribution installés dans les baies de sous-répartition (SR),
- Les rocares ou liaisons principales entre le RG et les SR,
- Le câblage capillaire alimentant les prises RJ45 terminales,
- Les points d'accès (PA), composés d'une ou plusieurs prises RJ45 terminales et de prises de courant,
- Les points d'accès sans-fil, composés de bornes WIFI.

L'architecture LAN s'appuie sur les principes suivants :

- Les équipements actifs retenus sont issus des catalogues de 2 constructeurs « majeurs » préalablement validés par les services informatiques de la RGE,
- Les équipements actifs, les interfaces et tous les composants associés retenus sont limités aux modèles et aux références préalablement validés par les services informatiques de la RGE,
- Les commutateurs fédérateurs et de distribution sont de type équipements « standalone » (pas de châssis), empilables et administrables,
- Les architectures sont de type « étoile pure », les cœurs de réseaux (commutateurs fédérateurs) sont situés dans la salle informatique, au niveau du Répartiteur Général (RG),
- Chaque commutateur de distribution ou pile de commutateurs de distribution (selon les possibilités et le dimensionnement des rocares existantes) est relié par liaison FO directe à un commutateur fédérateur.

### C.6.3 Dimensionnement des équipements « Cœur de réseau »

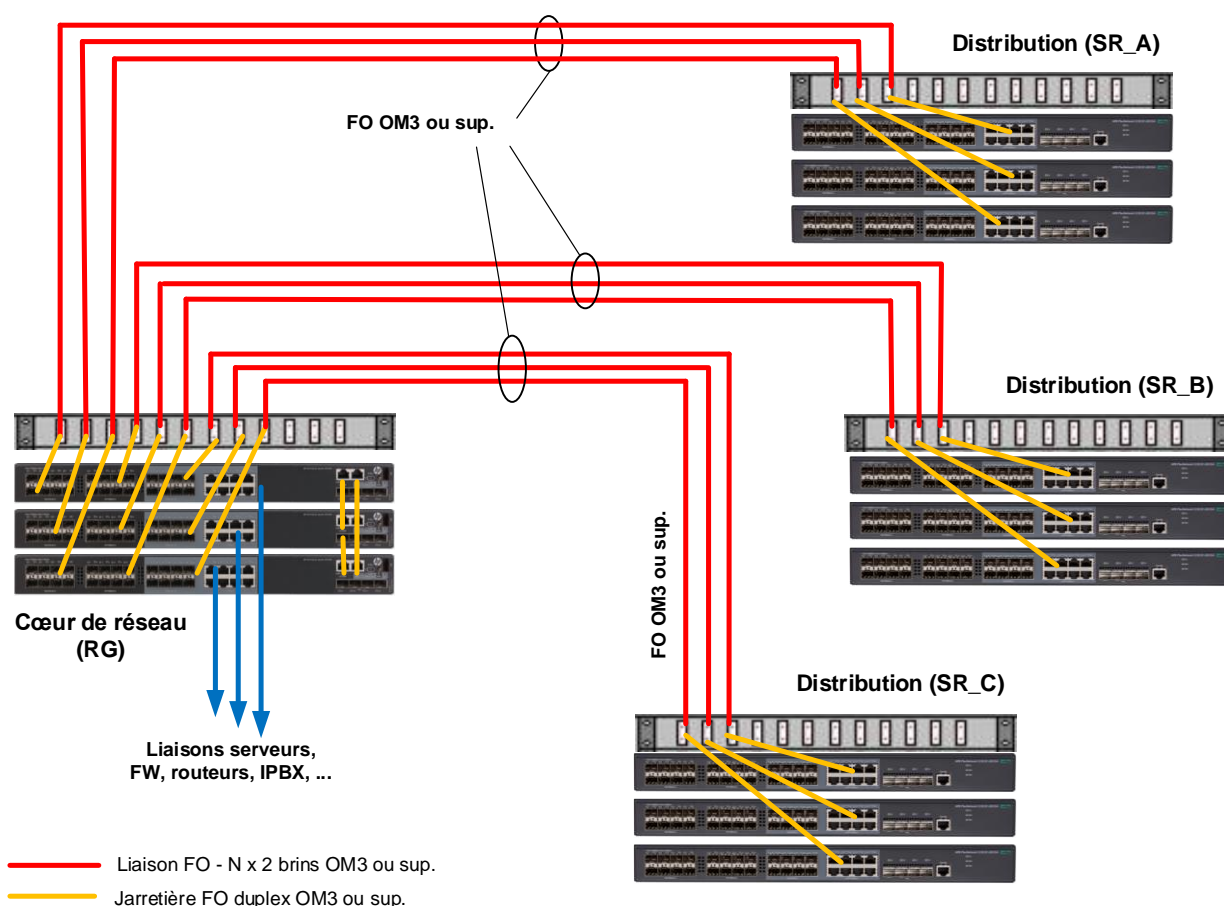
Le dimensionnement du cœur de réseau dépend de la taille de l'établissement, du nombre de sous-répartiteurs et d'équipements de distribution à desservir.

On peut distinguer 4 catégories d'établissements, à titre indicatif :

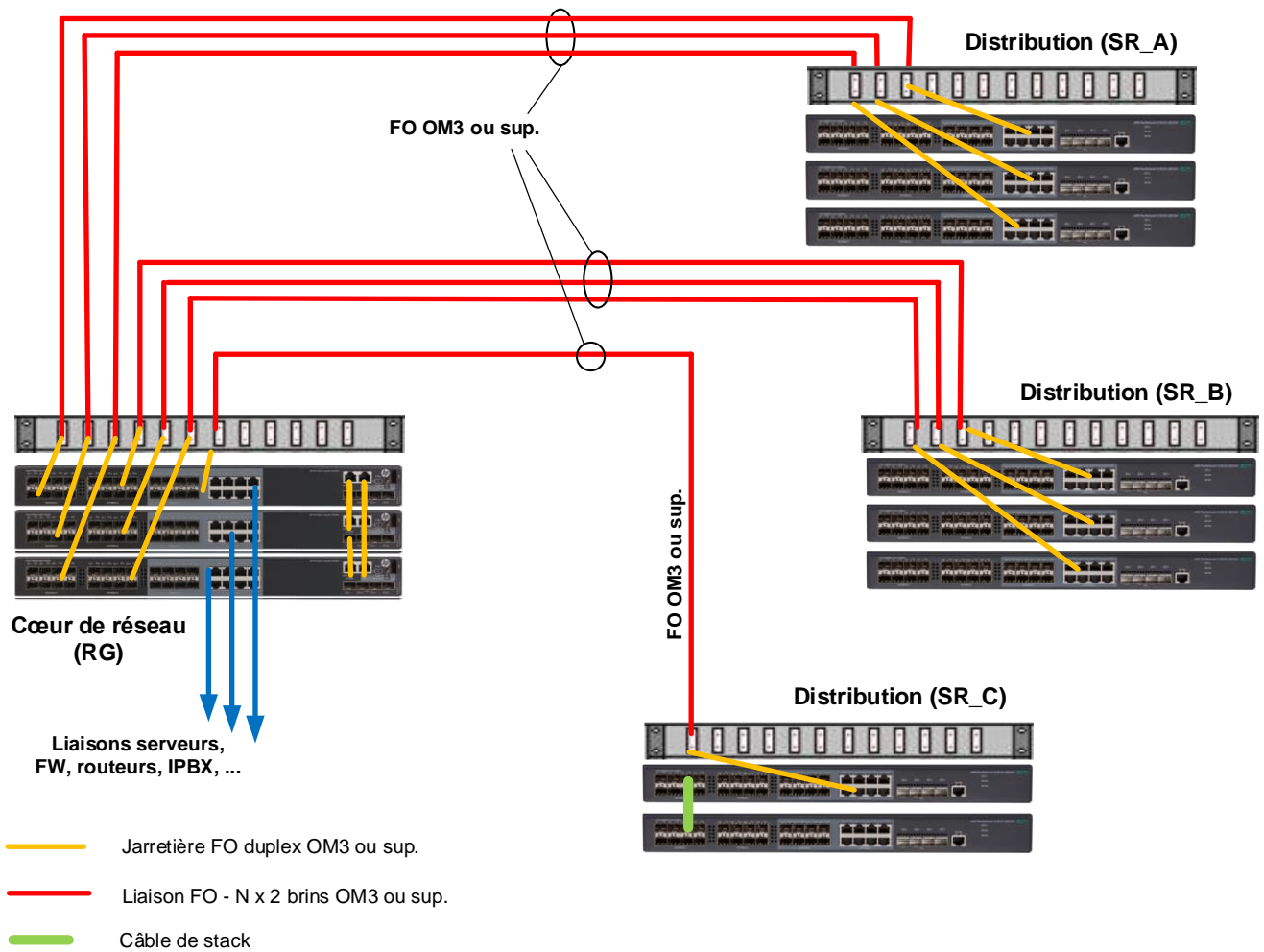
- Etablissement de petite taille : jusqu'à 24 commutateurs de distribution → Cœur de réseau constitué de 2 commutateurs,
- Etablissement de taille moyenne : de 25 à 48 commutateurs de distribution → Cœur de réseau constitué de 3 commutateurs
- Etablissement de grande taille : de 49 à 72 commutateurs de distribution → Cœur de réseau constitué de 4 commutateurs
- Etablissement de très grande taille : au-delà de 73 commutateurs de distribution → Cœur de réseau défini par étude spécifique.

### C.6.4 Synoptiques d'architecture LAN en Etablissement

Le synoptique simplifié ci-après présente le principe de desserte des commutateurs de distribution depuis le cœur de réseau – solution cible (pas de pile) :



Le synoptique simplifié ci-après présente le principe de desserte des commutateurs de distribution depuis le cœur de réseau avec présence de piles de commutateurs dans certains SR :



## **C.7 Spécifications techniques des équipements de réseau dans les Etablissements**

### **C.7.1 Introduction**

Comme vu plus haut, la Région Grand Est a validé trois constructeurs majeurs pour l'équipement des réseaux LAN de ses établissements. Outre l'intérêt de disposer de plusieurs sources d'approvisionnement en matériels actifs de réseaux, l'existence de ces constructeurs dans les établissements de la RGE résultent d'abord des différents marchés et formes de marchés passés par les Régions avant leur fusion en 2016.

En effet, les lycées d'Alsace et de Champagne-Ardenne dispose d'un parc d'équipements principalement composé de commutateurs et bornes WIFI du Constructeur HP – ARUBA. Les lycées de Lorraine ont un parc très largement équipé de commutateurs Allied-Telesis et de bornes Cisco.

Les deux parcs d'équipements actifs sont assez homogènes et constitués de matériels de générations récentes. Par ailleurs, les intervenants « autorisés » (CMIL, CPCMIL et prestataires externes agréés) disposent d'un bon niveau de connaissance technique et sont en capacité d'assurer les opérations courantes de suivi, de déploiement, d'upgrade ou de maintenance premier niveau.

Compte tenu des importants parcs matériels en place et des niveaux de connaissance des intervenants cités plus haut, il n'est pas question, à ce jour, de remettre en cause ce découpage « technico-géographique ».

### **C.7.2 Caractéristiques techniques ciblées**

Le bon fonctionnement des services pédagogiques et administratifs dans les établissements de la Région Grand Est repose sur des infrastructures de réseaux de communications sécurisées, performantes et fiables. Par ailleurs, le choix étant clairement tourné vers des réseaux de communications « ouverts », non propriétaires, conformes aux standards de l'industrie, ceux-ci sont aujourd'hui amenés à transporter et à traiter tout type d'information : voix, données, images, vidéo etc...

Les réseaux transportent de plus en plus d'informations, par conséquent deviennent de plus en plus critiques et se doivent d'être de plus en plus fiables.

#### **C.7.2.1 Commutateurs « cœur de réseau » et accessoires associés**

Les caractéristiques minimums sont les suivantes :

- Equipement de type « standalone », empilable et administrable,
- Rackable, format 19", 1U,
- 24 ports SFP+
- 2 ou 4 ports SFP+ supplémentaires compatibles 10 Gb/s ou 40 Gb/s

##### **C.7.2.1.1 Etablissements d'Alsace et de Champagne-Ardenne :**

Pour l'équipement des établissements d'Alsace et de Champagne-Ardenne, il sera fait usage des seuls matériels suivants :

Commutateur fédérateur :

- Modèle HPE en 24 ports non POE → HPE 5510 24G SFP+ HI → réf. JH149A



Accessoires pour commutateur ci-dessus

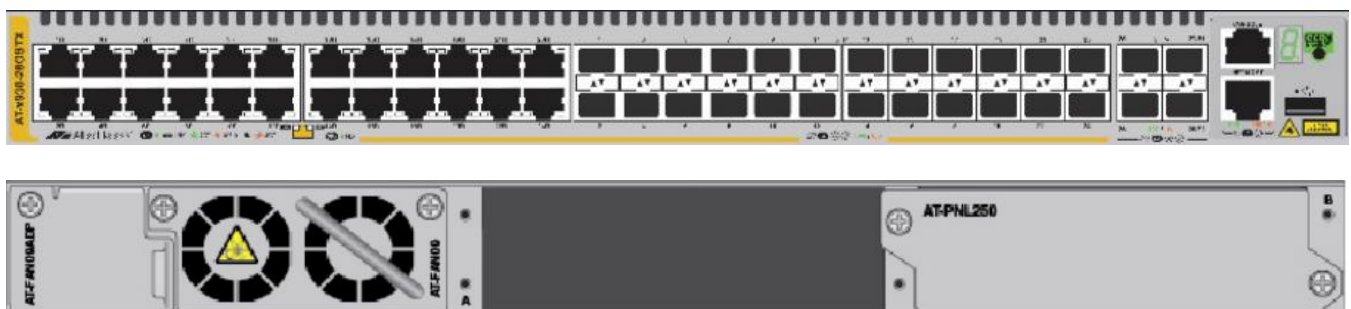
- Module pour 5130/5510 40GbE QFP+ 2 ports (carte stack IRF) → réf. JH155A
- Module SFP pour 5510/5130 HPE X120 1G SFP LC SX → réf. JD118B
- Module SFP pour 5510/5130 HPE X120 1G SFP LC LX → réf. JD119B
- Direct Attach Câble (DAC) QSFP+ 40GbE 1m → réf. JH697A
- Alimentation 150W pour 5510 (non POE) → réf. JD362B

**C.7.2.1.2 Etablissements de Lorraine :**

Pour l'équipement des établissements de Lorraine, il sera fait usage des seuls matériels suivants :

Commutateur fédérateur :

- Modèle Allied Telesis 24 ports RJ45 non POE + 24 ports SFP → réf. AT-x930-28GSTX



Accessoires pour commutateur ci-dessus

- Module de stack très haut débit (160 Gb/s) pour AT- x930-28GSTX → réf. AT-StackQS
- Direct Attach Câble (DAC) SFP+ 10GbE 1m → réf. SP10TW1
- Module SFP 1G LC SX → réf. AT-SPSX10



- Module SFP 1G LC LX → réf. AT-SPLX10
- Alimentation 150W pour x930 (non POE) → réf. AT-PWR150
- Alimentation 250 W pour x930 (non POE) → réf. AT-PWR 250
- Alimentation 800 W pour x930 (POE) → réf. AT-PWR 800

### C.7.2.2 Commutateurs de distribution et accessoires associés

Les caractéristiques minimums sont les suivantes :

- Equipement de type « standalone », empilable et administrable,
- Rackable, format 19", 1U
- 24 ports RJ45 10/100/1000 Mb/s
- 2 ou 4 ports SFP+, ports montants compatibles 10 Gb/s.

#### C.7.2.2.1 Etablissements d'Alsace et de Champagne-Ardenne :

Pour l'équipement des établissements d'Alsace et de Champagne-Ardenne, il sera fait usage des seuls matériels suivants :

##### Commutateurs 24 ports :

- Modèle HPE en 24 ports non POE → HPE 5130 EI 24G 4SFP+ → réf. JG932A



##### Autres commutateurs référencés

- Modèle HPE en 24 ports POE → HPE 5130 EI 24G PE+ 4SFP+ → réf. JG936A
- Modèle ARUBA en 24 ports non POE → ARUBA 2930F 24G 4SFP → réf. JL259A
- Modèle ARUBA en 24 ports POE → ARUBA 2930F 24G POE+ 4SFP → réf. JL261A

##### Accessoires pour commutateurs ci-dessus

- Module pour 5130/5510 40GbE QFP+ 2 ports (carte stack IRF) → réf. JH155A
- Module SFP pour 5510/5130 HPE X120 1G SFP LC SX → réf. JD118B
- Module SFP pour 5510/5130 HPE X120 1G SFP LC LX → réf. JD119B
- Module SFP pour 2930F HPE Aruba 1G SFP LC SX → réf. J4858D
- Module SFP pour 2930F HPE Aruba 1G SFP LC SX → réf. J8177D
- Direct Attach Câble (DAC) QSFP+ 40GbE 1m → réf. JH697A
- Alimentation 150W pour 5510 (non POE) → réf. JD362B



### C.7.2.2 Etablissements de Lorraine :

Pour l'équipement des établissements de Lorraine, il sera fait usage des seuls matériels suivants :

#### Commutateurs 24 ports :

- Modèle Allied Telesis en 24 ports non POE → réf. AT-GS924MX 24 ports
- Modèle Allied Telesis en 24 ports POE → réf. AT-GS924MPX 24 ports POE

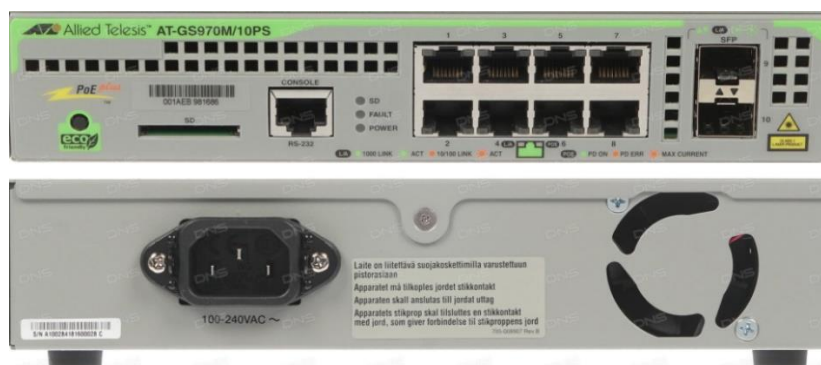


#### Accessoires pour commutateurs 24 ports ci-dessus

- Module de stack pour très haut débit (160 Gb/s) pour AT-GS924XX → réf. AT-StackQS
- Direct Attach Câble (DAC) SFP+ 10GbE 1m → réf. SP10TW1
- Module SFP 1G LC SX → réf. AT-SPSX10
- Module SFP 1G LC LX → réf. AT-SPLX10

#### Commutateurs 8 ports

- Modèle Allied Telesis en 8 ports POE → réf. AT-GS970M/10PS-50
- Modèle Allied Telesis en 8 ports (non POE / fanless) → réf. AT-GS970M/10-50



#### Accessoires pour commutateurs 8 ports ci-dessus

- Kit montage 19" pour commutateur 8 ports ci-dessus → réf. AT-RKMT-J14

### **C.7.2.3 Bornes WIFI et accessoires associés**

Une très grande partie des établissements de la RGE sont équipées d'une infrastructure WIFI destinée principalement à un usage pédagogique (Lycées 4.0). Pour des raisons d'homogénéité des systèmes, d'exploitation et de maintenance, seuls deux constructeurs ont été retenus pour l'équipement des établissements : Aruba et Cisco.

Les caractéristiques minimums sont les suivantes :

- Point d'accès WIFI MIMO 2x2 :2/3x3 :3 à antennes intégrées
- Bande de fréquence 2,4 et 5 Ghz
- Protocoles : IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac
- Alimentation POE – consommation max 13 W en fonctionnement

### C.7.2.3.1 Etablissements d'Alsace et de Champagne-Ardenne :

Pour la couverture WIFI des établissements d'Alsace et de Champagne-Ardenne, il sera fait usage des bornes ARUBA IAP 305. Dans chaque établissement, une borne IAP 305 "s'autodéclare" contrôleur WIFI virtuel.

Les infrastructures WIFI des établissements sont administrées par la suite logicielle Airwave Network Management d'Aruba installée sur un serveur localisé dans le DC de l'Université de Strasbourg (Unistra) pour la zone Alsace et sur un serveur localisé dans le DC de l'Université de Reims (Urca) pour la zone Champagne Ardenne.

- Borne WIFI de marque HPE → réf. Aruba Instant - IAP 305 (RW)



#### Accessoires pour bornes ci-dessus

- Kit de montage mural réf. Aruba AP-220-MNT-W2

### C.7.2.3.2 Etablissements de Lorraine :

Pour la couverture WIFI des établissements de Lorraine, il sera fait usage des bornes CISCO CAP1702I-E-K9.

Les infrastructures WIFI des établissements de Lorraine sont pilotées par des contrôleurs Cisco installés dans le DC de l'Université de Lorraine.

- Borne WIFI de marque Cisco → réf. AIR-CAP1702I-E-K9(\*)



(\* ) produit en fin de commercialisation, remplacé par la réf. Cisco AIR-AP1832I-E-K9

#### Accessoires pour bornes ci-dessus

Kit de montage mural réf. Cisco

**Note : Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour**

### **C.7.2.4 Ponts WIFI et accessoires associés**

Dans les grands établissements, il peut arriver que des bâtiments nécessitant des accès aux ressources informatiques et téléphoniques soient éloignés des infrastructures de desserte dites « classiques » : cheminements extérieurs (souterrains ou voie aérienne, fourreaux, ...).

La mise en œuvre d'une solution radio « point à point » basée sur la technologie WIFI est envisagée dans les cas suivants :

- Coût des travaux importants au regard du nombre de postes de travail à desservir (desserte gymnase etc...)
- Liaison à caractère provisoire, temporaire ou limitée dans le temps,
- Passage obligatoire par le domaine public, démarches administratives complexes, ...
- Desserte complexe, présence d'obstacle (rivière, plan d'eau, bâtiment hors périmètre ...), revêtement extérieur particulier ou non accessible ...
- Par ailleurs la mise en œuvre d'un pont radio, nécessite une étude de faisabilité préalable. Les éléments suivants sont à prendre en compte :
- Les équipements sont « à vue » et distants de 400 m au maximum,
- Les conditions météo (brouillard, neige ...) peuvent impacter ponctuellement le bon fonctionnement de la liaison,
- Pas d'obstacle entre les deux équipements,

- Anticiper toutes possibilités de type « nouvelle construction », extension de bâtiment, échafaudage en façade, pousse d'arbre, pose de grue, pose d'antenne (opérateur) ...
- Positionnement des équipements (sur toit, en façade ...), supports retenus pour la fixation et dispositifs de fixation sont soigneusement définis. Eviter toute base en bois, en métal, choisir le support de fixation adapté à la fois à l'antenne, au matériau et à la configuration du bâtiment,
- Tenir compte de l'alimentation électrique des équipements (POE) et à la connexion au réseau de l'établissement, idéalement à moins de 90 m d'un sous-répartiteur, au cheminement des câbles et à la protection mécanique de ceux-ci, notamment en extérieur,
- Tenir compte des éléments perturbateurs (fréquences parasites), proximité d'immeubles collectifs, antenne opérateur ...
- Prévoir un nettoyage régulier (minimum annuel) des antennes pour maintenir un haut niveau de service, (pollution, poussière, autres substances si prox. usines, cheminées, champs, ...).
- Les performances « radio » sont optimales dans les fréquences hautes (60 GHz) mais plus les fréquences sont hautes plus le réglage (visée entre les deux équipements) doit être fin, surtout vertical pour ce type de produit,

#### **C.7.2.4.1 Ponts WIFI validés par la RGE pour l'ensemble des Etablissements**

Pour la mise en place de liaisons interbâtiments par ponts WIFI, la RGE a validé les produits suivants :

- Pont WIFI point à point de marque ARUBA → réf. AP-387

Les caractéristiques principales des équipements validés RGE sont les suivantes :

- Pont WIFI haut débit conforme 802.11a, b, g, n et ac Wave 2,
- Double fréquence 60 GHz / 5 GHz autorisant des débits de 2,5 Gb/s et 900 Mb/s,
- Usage extérieur, portée maximum de 400 m « à vue »,
- Port RJ45 10/100/1000 Mb/s,
- Consommation 13,5 W, alimentation POE conforme 802.at et 802.af.
- Dispositifs de fixations Aruba selon emplacement et nature du support.



#### **C.7.2.4.2 Accessoires pour Ponts WIFI Aruba 387**

Les accessoires de fixation et d'alimentation du Constructeur ARUBA pour les ponts AP-387 sont détaillés ci-après :

- Aruba réf. JW052A → Support Series Outdoor Pole/Wall Long Mount Kit,
- Aruba réf. JW053A → Support Series Outdoor Pole/Wall Short Mount Kit,
- Aruba réf. JW054A → Support Series Outdoor AP Hanging or Tilt Install Mount Kit,
- Aruba réf. JW629A → Injecteur 30W 802.3at PoE+ 10/100/1000 Ethernet Indoor.

*(liste non exhaustive).*

#### **C.7.3 Administration des réseaux**

Les équipements de réseaux vus ci-dessus et installés dans les établissements de la RGE sont majoritairement administrables. La solution SolarWinds® Remote Monitoring & Management (MSP RMM) permet une supervision à distance et en temps réel de tous les équipements via SNMP.

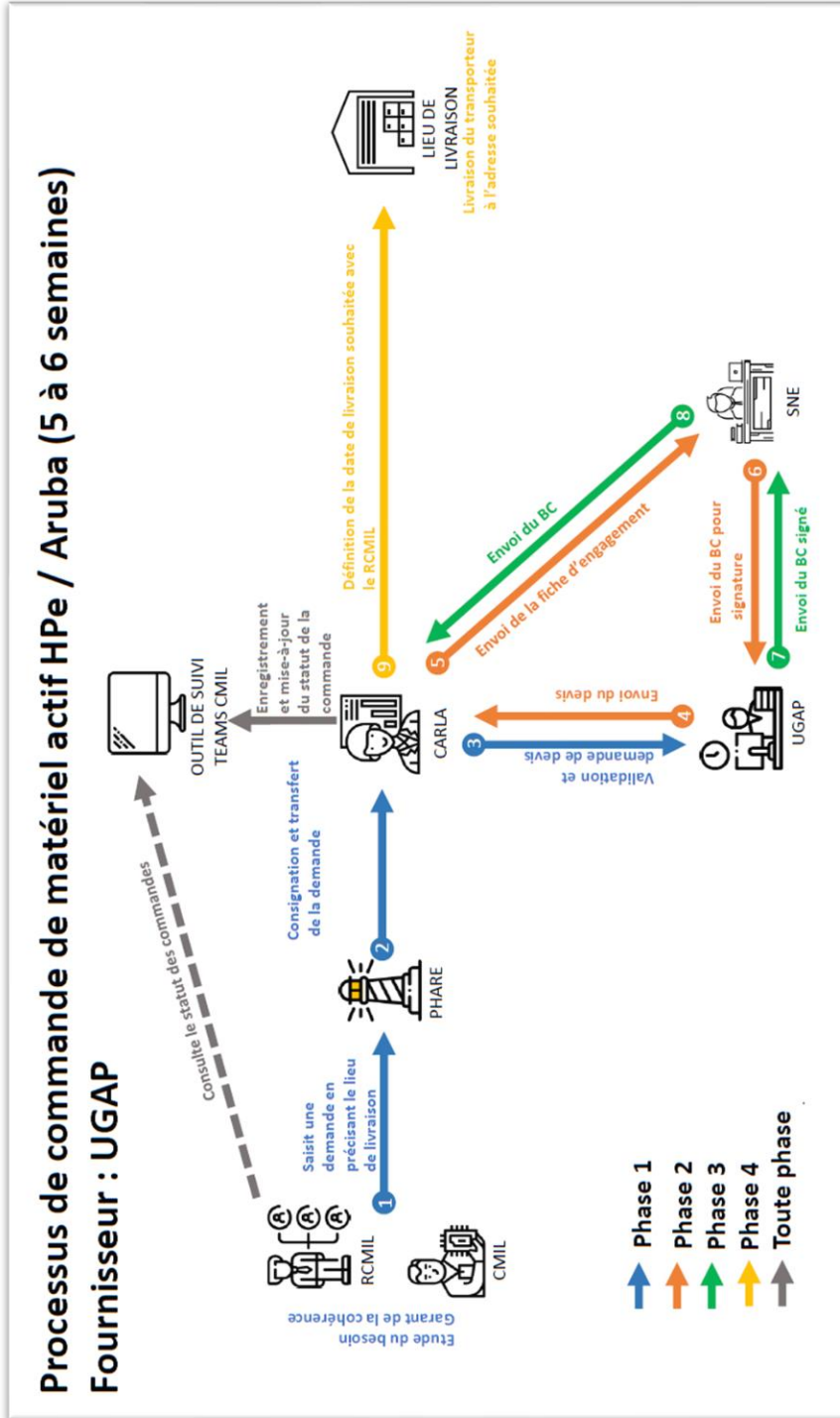
**Note : Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour**

## **C.8 Expression des besoins et commande des matériels actifs - LAN**

### **C.8.1 Equipements « HPe – ARUBA »**

La procédure à suivre est détaillée ci-après :



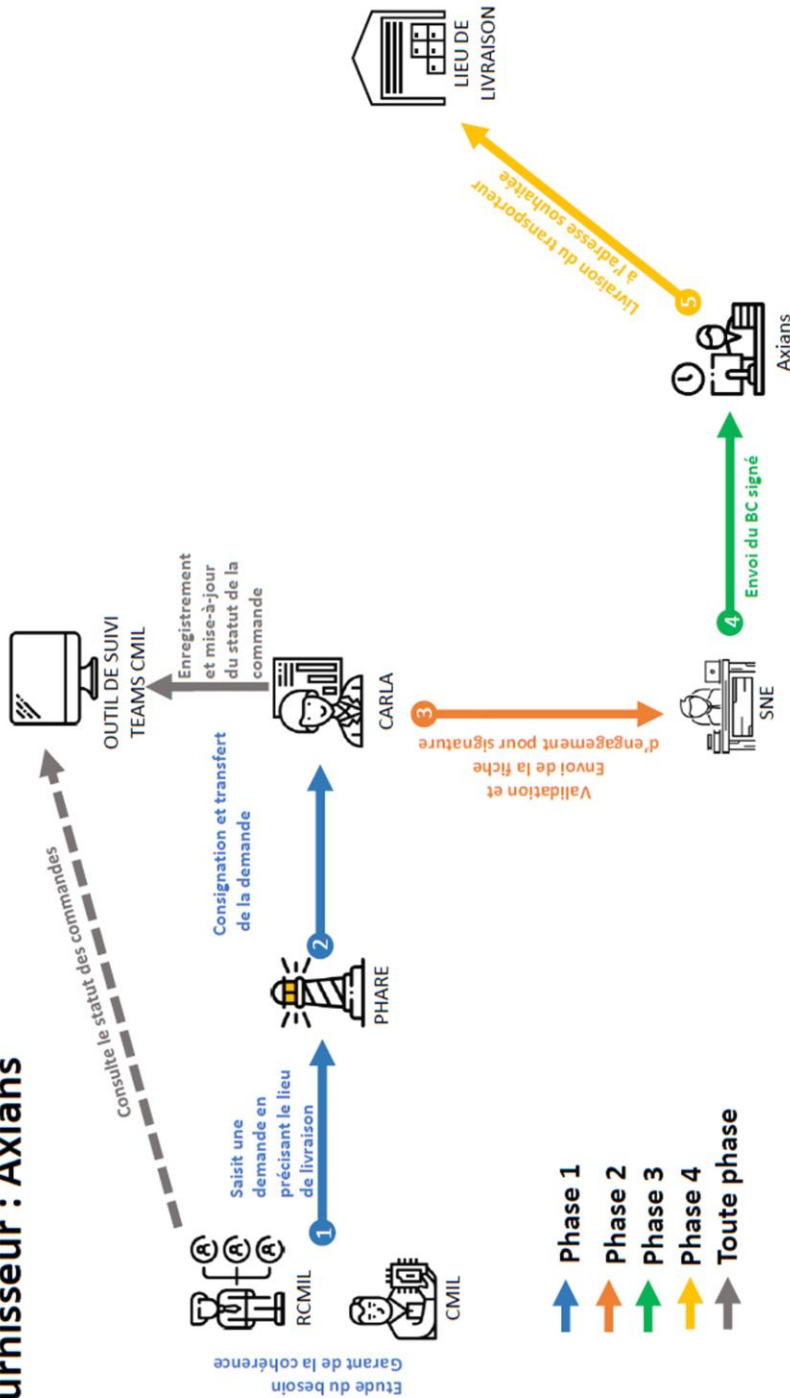




## **C.8.2 Equipements « ALLIED TELESIS »**

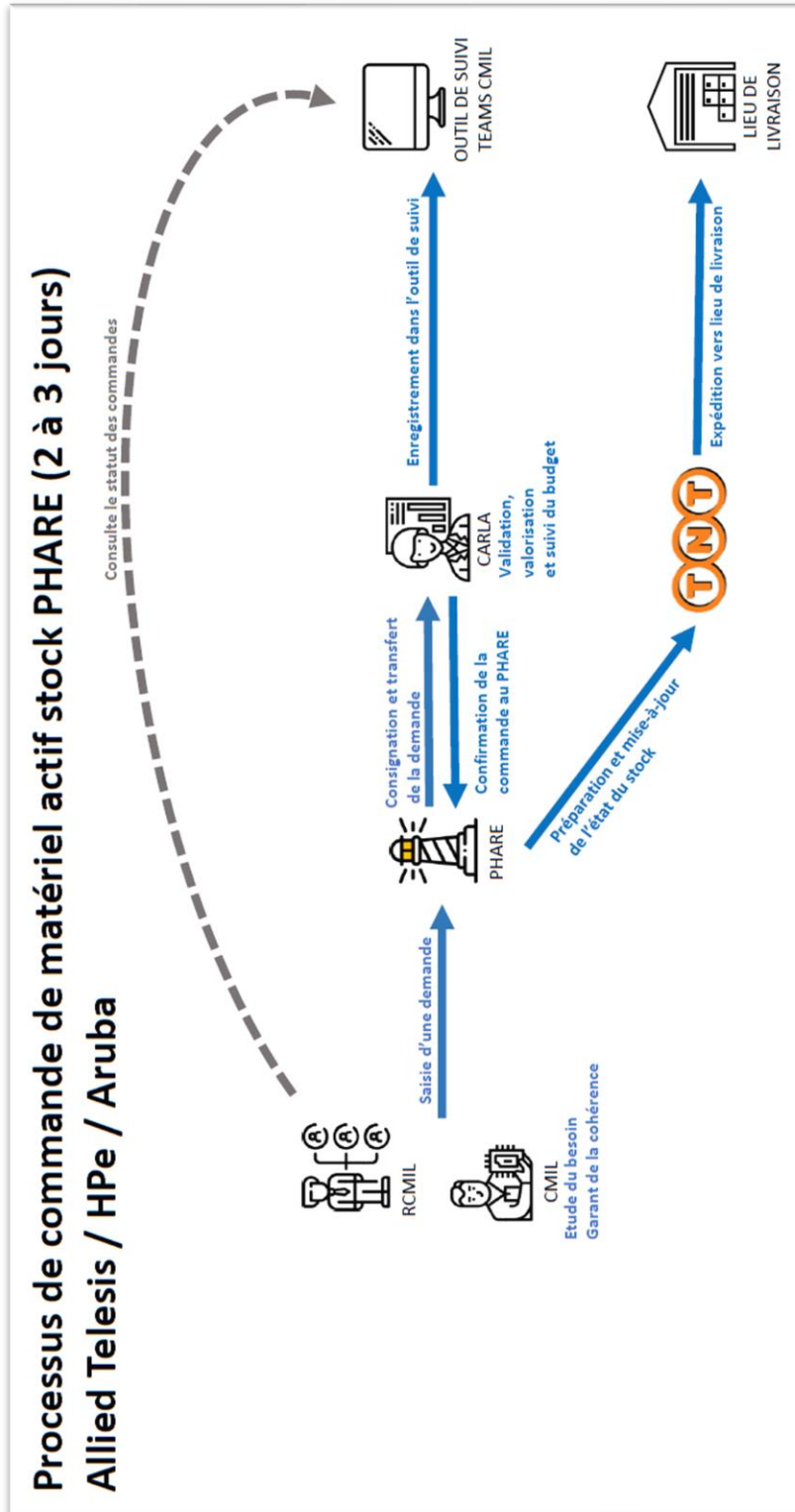
La procédure à suivre est détaillée ci-après :

## Processus de commande de matériel actif Allied Telesis (4 à 5 semaines) Fournisseur : Axians



### **C.8.3 Equipements « Allied Telesis » ou « HPe ARUBA en stock »**

La procédure à suivre ci-après est à utiliser en cas besoins urgents ou ponctuels de petits matériels (modules d'interface, SFP, cordons, accessoires, ...).



## C.9 Réception des installations de réseau LAN

Après l'installation et le paramétrage d'un réseau composé d'équipements actifs, l'exploitant de ce dernier (CMIL) procédera aux contrôles suivants :

- L'ensemble de l'installation est conforme au présent Référentiel et au CCTP du dossier de consultation le cas échéant,
- L'ensemble de l'installation a été installé conformément aux règles de l'art,
- L'ensemble de l'installation a été installé conformément aux recommandations du fabricant.

Dans le cas d'un déploiement de réseau effectué par une Entreprise, la réception des installations sera assurée par l'Entreprise. La réception des installations sera réalisée en présence du CMIL, du Maître d'Ouvrage ou de son représentant.

La réception des installations est réalisée en 2 parties :

- Le contrôle statique et/ou visuel des installations LAN :
  - o Références « produit » conformes aux références produits du présent référentiel,
  - o Respect des préconisations constructeurs et des normes,
  - o Respect des contraintes d'environnement,
  - o Alimentation électrique et mise à la terre des équipements,
  - o Etat, intégrité et présentation physique des équipements mis en œuvre.
- Le contrôle dynamique et fonctionnel via des applications « type et représentatives » utilisées par l'établissement et/ou la RGE.

*Note : Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour*

## C.10 Dossier des ouvrages exécutés (DOE)

La rédaction d'une documentation complète décrivant précisément l'installation LAN réalisée fait partie intégrante du projet. L'ensemble des documents sera rédigé dans un format électronique exploitable : MS Office, Visio ou Adobe PDF et validé par la RGE.

L'ensemble des documents techniques sera associé à une présentation de l'architecture mise en place. Le dossier comprendra notamment la documentation en français, les synoptiques, les schémas et une synthèse des tests relatifs aux installations déployées.

*Note : Le contenu du présent chapitre est en cours de mise à jour*

## C.11 Garantie des équipements actifs

Les garanties « constructeurs » appliquées aux équipements actifs cités dans le présent document sont détaillées ci-après :

- HPE 5510 24G SFP+ HI → garantie à vie (sous conditions)
- HPE 5130 EI 24G 4SFP+ → garantie limitée à vie (sous conditions)
- Allied Telesis réf. AT-x930-28GSTX → garantie 5 ans (sous conditions)
- Allied Telesis réf. AT-GS924MPX 24 ports POE → garantie 5 ans (sous conditions)



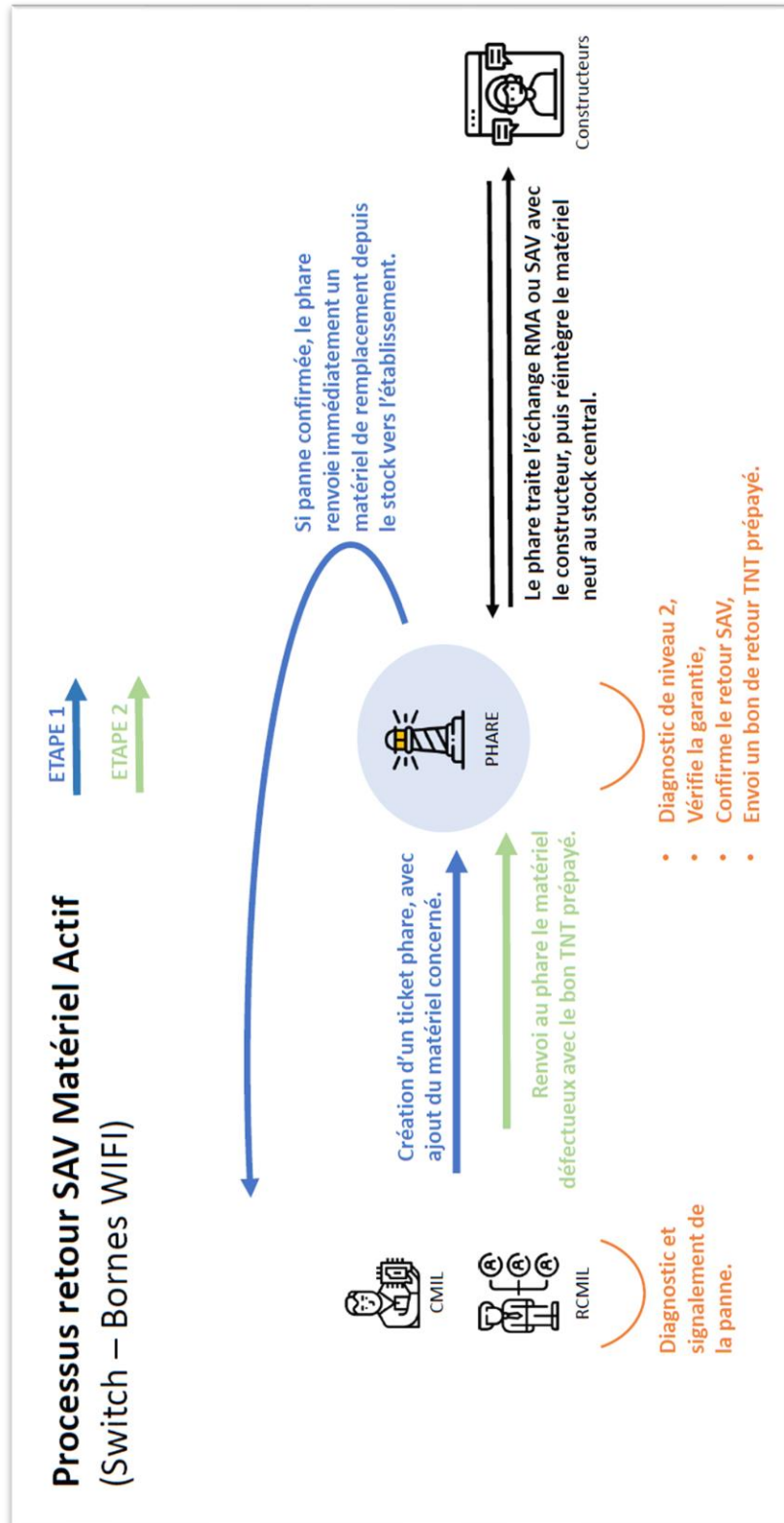
- Aruba réf. IAP-305 → garantie à vie (sous conditions)
- Aruba réf. AP-387 → garantie à vie (sous conditions)
- Cisco réf. AIR-CAP1702I-E-K9 (\*) → garantie à vie (sous conditions)

*(\*) produit en fin de commercialisation, remplacé par la réf. Cisco AIR-AP1832I-E-K9*

A noter : L'application de la garantie étendue (au-delà de la garantie légale de 2 ans) proposée par le Constructeur est conditionnée (se rendre sur le site du Constructeur pour connaître les modalités d'application).

## **C.12 Procédure de retour SAV des équipements actifs**

En cas de panne matérielle, la procédure applicable est la suivante :



## D. Infrastructure de téléphonie dans les établissements

*Le chapitre D porte sur les équipements et services de téléphonie et de communication « Voix ». Celui-ci est applicable pour tout projet de construction d'un nouvel établissement, de rénovation, d'extension ou, plus simplement, pour toute opération de modernisation du système de téléphonie dans un établissement de la RGE.*

### D.1 Présentation générale

