



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG



L'intégration des technologies de l'information et de la
communication dans les écoles fribourgeoises

Die Integration der Informations- und Kommunikations-
technologien an den Freiburger Schulen

Câblage et réseau dans les écoles

Version 2014

Table des matières

1	Introduction	3
2	Qu'est-ce qu'un réseau informatique ?	3
3	Téléphonie et voix sur IP	3
4	Éléments constitutifs principaux d'un réseau informatique	3
4.1	LAN : Local Area Network, réseau local	3
4.2	SWITCH.....	4
4.3	Routeur	4
4.4	WLAN (WIFI): Wireless Local Area Network, réseau local sans fil.....	4
4.4.1	WIFI et santé.....	5
5	Pare-feu (firewall)	5
6	Filtrage de contenu	5
7	Types de raccordement à Internet	5
7.1	Accès par ligne cuivre	5
7.2	Accès par fibre optique	6
7.3	Accès par câblo-opérateur.....	6
8	Principe de câblage des bâtiments	7
8.1	Structure d'un système de câblage.....	7
8.2	Câblage des postes de travail, normes au niveau de la connectique.....	7
8.3	Norme de câblage en vigueur en 2014.....	8
9	Définition des besoins pour l'établissement d'un cahier des charges (concept)	9
10	Exemple de câblage	10
10.1	Schéma de principe	10
10.2	Définition du point central	10
10.3	Estimation des coûts pour un réseau.....	11
10.4	Provider et raccordement réseau.....	11
10.5	Acquisition d'un SWITCH.....	11
10.6	Armoire	11
10.7	Câbles de raccordement et de patch	11
10.8	Câblage comprenant prise dans armoire SOHO 19"	11

1 Introduction

Ce document aborde de manière approfondie les aspects réseaux, il s'adresse aux responsables techniques d'un établissement. Pour aider les autorités, le Centre fri-tic met à disposition sur son site Internet deux autres documents qui abordent dans son ensemble le matériel informatique recommandé dans les écoles du canton de Fribourg, il s'agit du « Guide du matériel pour les écoles primaires » et du « Guide du matériel au cycle d'orientation ».

Depuis l'introduction des connexions internet de type xDSL, le nombre de connexions internet a explosé. En 2014, l'immense majorité des connexions internet sont effectuées au travers de lignes de type xDSL.

L'avènement des smartphones et de la 4G ont changé radicalement les usages de la connexion à Internet.

On a le choix aujourd'hui de connecter un ordinateur par du réseau sans-fil, de la 4G ou le réseau câblé. Les forfaits de connexion internet des entreprises de communication permettent des connexions à des prix fixes et une maîtrise des coûts.

Le câblage informatique d'une école est, et reste, un investissement important qui, comme pour le réseau électrique, devrait faire partie intégrante d'un bâtiment. La mise en place d'un tel réseau pose les fondements de l'utilisation d'internet dans les écoles.

2 Qu'est-ce qu'un réseau informatique ?

Un **réseau informatique** est un ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des informations.

Indépendamment de la technologie sous-jacente, on porte généralement une vue matricielle sur ce qu'est un réseau. De façon **horizontale**, un réseau est une strate de trois couches : les infrastructures, les fonctions de contrôle et de commande, les services rendus à l'utilisateur. De façon **verticale**, on utilise souvent un découpage géographique : réseau local, réseau d'accès et réseau d'interconnexion (Source Wikipédia).

Ce document concerne plus spécifiquement les réseaux câblés et les éléments qui le composent.

Les câblages de réseau les plus courants sont des câblages en étoile, basés sur la technologie Ethernet.

Outre la rapidité, le principal avantage du réseau en étoile est de permettre à un ordinateur de se connecter ou de se déconnecter du réseau sans interrompre celui-ci.

3 Téléphonie et voix sur IP

En fonction de la technologie choisie pour la mise à disposition de la téléphonie dans un bâtiment, le réseau informatique peut être utilisé comme moyen de transport de la voix. Dans de nombreux cas, le câblage universel d'un bâtiment est utilisé pour la téléphonie également. Dans ce cas, il faudra prévoir les points de raccordement supplémentaires pour les équipements.

4 Eléments constitutifs principaux d'un réseau informatique

4.1 LAN : Local Area Network, réseau local

Le réseau local permet à plusieurs postes de travail d'être reliés entre eux.



Cela permet, sur un même site, d'échanger des informations entre les postes de travail sans devoir le faire par CD, DVD ou clef USB.

Cela permet également :

- de partager des fichiers, dossiers et documents
- de partager des imprimantes
- de centraliser et garder à jour des documents
- une connexion globale à internet

4.2 SWITCH

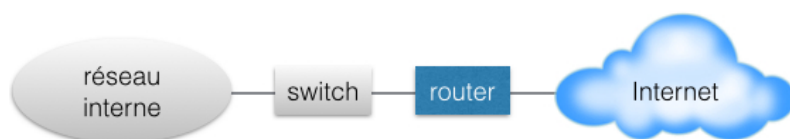
Lorsque plus de 2 ordinateurs sont raccordés, il est nécessaire d'avoir recours à un SWITCH. Cet appareil coordonne le flux d'informations entre les ordinateurs et les périphériques connectés au réseau.

Le SWITCH transmet les informations entre les postes concernés et conserve une vitesse de connexion maximale de 100 ou 1000 Mps pour chaque ordinateur. Ainsi, la vitesse du réseau n'évolue pas selon sa taille.



4.3 Routeur

Un routeur gère le flux de données entre deux réseaux. Souvent, l'un des réseaux est Internet et l'autre est celui, plus ou moins grand, de l'école.

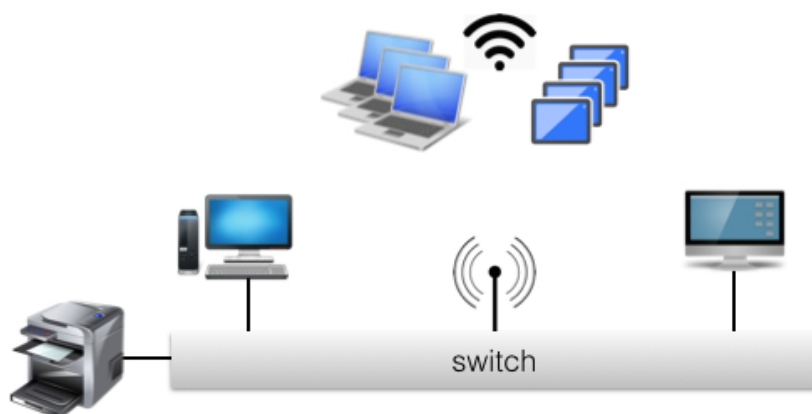


4.4 WLAN (WIFI): Wireless Local Area Network, réseau local sans fil

Solution idéale pour raccorder des postes de travail entre eux lorsqu'on a des difficultés pour le câblage dans un bâtiment ou que les postes de travail sont mobiles.

Il s'agit d'un réseau LAN sans fil sur lequel un utilisateur mobile peut se relier par liaison radio dans le rayon de couverture d'environ 50 m.

Le système WLAN peut être combiné avec un LAN.



Technologie basée sur le standard IEEE 802.11. Les équipements Wlan ont une fréquence d'exploitation se situant dans la bande des 2,4 GHz et 5GHz. La bande de fréquence 2.4000 to 2.4835 GHz est subdivisée en 14 canaux, dont certains ne peuvent pas être exploités dans certains pays : en France, le canal 13 est réservé pour l'armée.

Les cellules Wlan ont une portée de 50m. Le roaming entre cellules est une fonction de base de tout équipement Wlan.

Actuellement la norme 802.11g est le standard.

Fréquence d'utilisation	Débits	Distance
2,4 GHz	802.11b -> 11Mb/s	50 m
5 GHz	802.11a -> 54Mb/s	50 m
2,4 GHz	802.11g -> 36/54 Mb/s	50 m
2,4 GHz & 5 GHz	802.11n -> 540 Mb/s	50 m

4.4.1 WIFI et santé

Les réseaux sans fil (Wi-Fi) sont désormais très populaires dans les écoles. Ils offrent de nombreux avantages. Cependant, il convient de réduire, à titre préventif, la charge de rayonnement pour minimiser les impacts sur la santé, en appliquant les principes ci-dessous :

- placer si possible le point d'accès à une distance de 2 mètres d'un poste de travail, d'un lieu de séjour ou de places de jeux ou de repos longuement occupés ;
- placer le point d'accès de manière centrale afin que tous les appareils à connecter aient une bonne réception ;
- lorsqu'une régulation de la puissance est possible, il y a lieu, pour un point d'accès, d'optimiser la puissance d'émission en fonction de la zone à couvrir ;
- un émetteur Wi-Fi ne doit être exploité qu'avec une antenne prévue à cet effet par le fabricant. Si une antenne avec gain d'antenne plus élevé est utilisée, la puissance d'émission maximale autorisée peut être dépassée et contrevenir à la loi sur les télécommunications.
- ne pas tenir l'ordinateur portable ou la tablette près du corps lors d'une liaison Wi-Fi.

D'autres recommandations et des références sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.fri-tic.ch/wifi>

5 Pare-feu (firewall)

Un pare-feu, ou firewall, est un logiciel et/ou un matériel, permettant de faire respecter la politique de sécurité du réseau, celle-ci définissant quels sont les types de communication autorisés sur ce réseau informatique. L'objectif d'un pare-feu est principalement de protéger le réseau de l'école d'accès malveillants.

Dans le projet « Ecoles sur Internet » de Swisscom, le firewall fait partie intégrante du concept. Ceci garantit aux écoles une très bonne protection. Le Centre fri-tic est responsable de la gestion des firewalls.

6 Filtrage de contenu

Le filtrage de contenu est un ensemble de technologies visant à limiter l'accès à certains sites normalement accessibles sur le réseau Internet.

La connexion à Internet d'une école doit être sécurisée au moyen d'un filtrage de contenu. Ceci est obligatoire pour toutes les écoles obligatoires du canton de Fribourg. Tous les détails figurent dans la directive de la Direction de l'instruction publique, de la culture et du sport du 1er janvier 2006 concernant la publication de données personnelles par Internet disponible à l'adresse suivante : <http://www.fri-tic.ch/dyn/41446.asp>

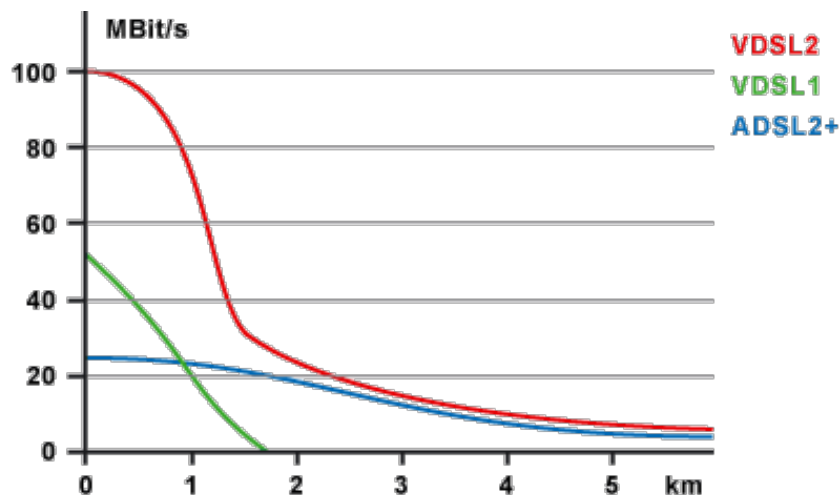
Les écoles connectées au réseau pédagogique géré par le Centre fri-tic et parrainé par Swisscom sont automatiquement équipées d'un logiciel performant de filtrage de contenu.

7 Types de raccordement à Internet

7.1 Accès par ligne cuivre

Digital Subscriber Line, DSL ou encore xDSL, renvoie à l'ensemble des techniques mises en place pour un transport numérique de l'information sur une ligne de raccordement filaire téléphonique ou liaisons spécialisées.

La connexion à Internet se fait ainsi par la paire de ligne cuivre historique. En 2014, les connexions de type VDSL2 permettent des débits de 5 à 100 Mb/s, ceci en fonction de la technologie et surtout de la distance entre l'école et le point de distribution du réseau. Une école située à moins de 1000 m d'un point de distribution peut obtenir un débit maximum de 100 Mb/s.



Les opérateurs planifient le déploiement du VDSL2 en parallèle avec le FTTS (Fibre To The Street, fibre optique jusqu'au trottoir) afin que les points de distribution du réseau soient au maximum à 500m des abonnés. Ceci permet aujourd'hui d'atteindre les 100 Mb/s et les 500 Mb/s dans les 5 à 10 ans.

Les connexions de type xdsl sont généralement asymétriques. Le débit descendant est 5 à 10 fois plus important que le débit montant.

7.2 Accès par fibre optique

Un réseau FTTH (Fiber to the Home) est un réseau de télécommunications qui se termine en fibre optique au domicile de l'abonné. Le déploiement de la FTTH est en cours dans le canton de Fribourg. L'arrivée des technologies FTTS laisse à penser que le déploiement va ralentir et que seule une partie des établissements seront reliés par de la fibre optique.

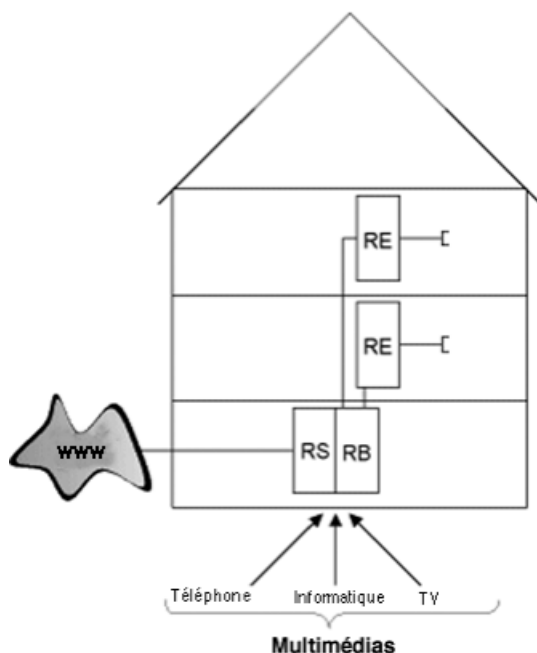
Les connexions FTTH fournissent en général un débit symétrique de 10 à 1000 Mb/s.

7.3 Accès par câblo-opérateur

Les réseaux des fournisseurs de services par câble peuvent également être utilisés pour l'accès à Internet. Le câblage coaxial (câble TV) utilisé est prévu pour transmettre des programmes de télévision ou radio. C'est pourquoi des transmissions de plusieurs Mbps ne représentent aucun problème.

8 Principe de câblage des bâtiments

8.1 Structure d'un système de câblage



RS : Répartiteur de site.

Permet les liaisons vers l'extérieur

RB : Répartiteur de bâtiment.

Très souvent combiné avec le répartiteur de site. Permet la concentration des liaisons dans le bâtiment.

RE : Répartiteur d'étage.

Permet la distribution jusqu'aux postes de travail.

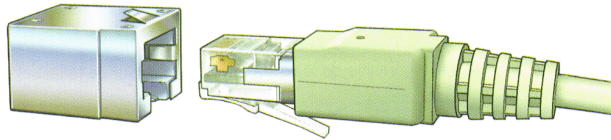
Un câblage télématique se divise en 3 catégories :

- **PRIMAIRE :**
liaisons entre bâtiments et liaisons extérieures aux bâtiments.
Se réalise dans les grands sites, avec de la fibre optique.
- **SECONDAIRE :**
liaison entre le répartiteur de bâtiment RB et les répartiteurs d'étages RE.
Se réalise en fibre optique et/ou en câble cuivre.
- **TERTIAIRE :**
liaison entre le répartiteur d'étage RE et les places de travail. Se fait en général en câbles de cuivre.
Les normes imposent une distance maximale de 90m + 2 x 5m pour les cordons de raccordement.
- Pour de petites infrastructures, les RS, RB et RE peuvent être concentrés dans un seul local. Dans cette configuration le RE n'existe plus.

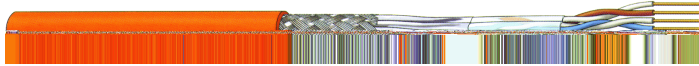
L'objectif est de concentrer en 1 SEUL POINT les infrastructures multimédia dans un bâtiment.

8.2 Câblage des postes de travail, normes au niveau de la connectique

La seule norme internationale est celle qui définit le type de connecteur RJ45. Tous les appareillages et interfaces sont aujourd'hui munis de ce type de connecteur.

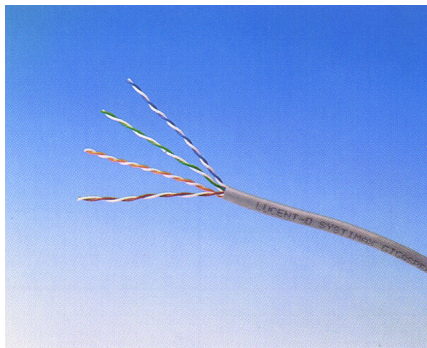


Les câbles de raccordement peuvent être blindés ou non blindés. Ils sont composés de 4 paires torsadées.



L'avantage d'un câble blindé est qu'il offre une grande immunité contre les perturbations extérieures mais il nécessite une mise à terre identique aux 2 extrémités.

Cette mise à terre doit être identique en tous points du bâtiment. Ce type de câblage est difficile à mettre en place et demande beaucoup de précautions. Les câbles sont de grand diamètre.



Le câble non blindé est plus petit, meilleur marché à mettre en œuvre et ne pose pas de problème de mise à terre. Il est particulièrement adapté pour les anciens bâtiments où les concepts de mise à terre ne sont pas connus ou maîtrisables.

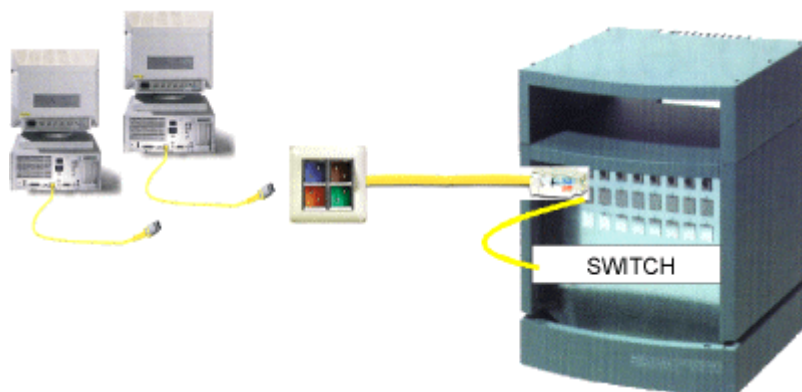
8.3 Norme de câblage en vigueur en 2014

Catégorie 6. Elle permet de transmettre, sur un réseau LAN, des informations allant jusqu'à 1 Gb/s.

Actuellement, les postes de travail sont reliés au SWITCH ou HUB à des vitesses de 100 Mb/s ou 1000 Mb/s.

Pour garantir les vitesses de transmission sur un LAN, il est impératif de choisir « le système de câblage ».

Un système de câblage veut dire que le matériel complet, depuis le répartiteur de site jusqu'au raccordement sur le poste de travail, doit être issu de la même gamme de produits et provenir d'un unique fournisseur.

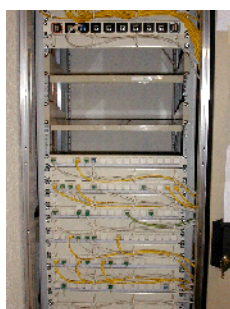


9 Définition des besoins pour l'établissement d'un cahier des charges (concept)

Nous attirons votre attention sur le fait qu'établir un concept est une étape très importante qui doit absolument être faite par l'institution elle-même. Le Centre fri-tic peut toutefois apporter son aide dans le cadre de cette étape. Les points 5 à 13 peuvent être confiés à un bureau d'ingénieurs.

1. Etablir un concept d'utilisation qui tienne compte des besoins spécifiques de l'institution
 - Liste non exhaustive des questions à se poser et des documents à établir:
 - A quoi vont servir et que faire avec les ordinateurs ?
 - Où disposer les ordinateurs ?
 - Comment seront utilisés les ordinateurs ?
 - Etablir une planification échelonnée des investissements concernant les ordinateurs et les périphériques sur plusieurs années
 - Combien d'ordinateurs au stade final ?
 - Comment seront connectés les ordinateurs ? (réseau sans fil ...)
 - Etablir un plan d'implantation
2. Définir les emplacements des places de travail sur plan. Prévoir les extensions futures.
3. Définir l'emplacement des imprimantes, des bornes wifi, etc ...
4. Si la téléphonie fait partie du concept, prévoir également les emplacements.
5. Etablir un schéma de principe de l'installation voulue.
6. Définir le point central d'où partira le câblage des postes de travail.
7. Définir s'il y a lieu de prévoir l'ensemble des répartiteurs de site RS, de bâtiment RB et d'étage RE, ainsi que leur emplacement.
8. Contrôler que le poste le plus éloigné ne soit pas situé à plus de 90m du répartiteur d'étage.
9. Définir où seront logés les équipements réseau.

Armoire 19"



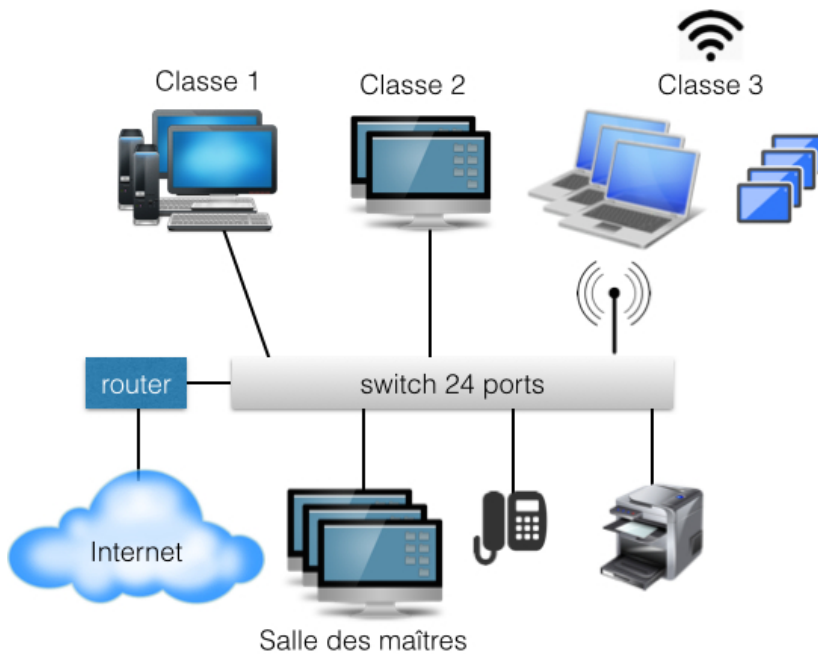
10. Définir quelles installations existantes doivent être reprises, adaptées, y compris les canalisations, tubes, etc.
11. Planifier les tubes nécessaires au réseau informatique dans les dalles lors de la construction.
12. Définir comment se fera l'accès vers le monde extérieur (xDSL, fibre optique, ...)
13. Définir le type d'équipement actif nécessaire (SWITCH) et/ou passif (HUB)
14. Définir un système de câblage (RJ45)

Remarque : il est conseillé d'avoir recours aux prestations d'un bureau d'ingénieurs spécialisé en télématique.

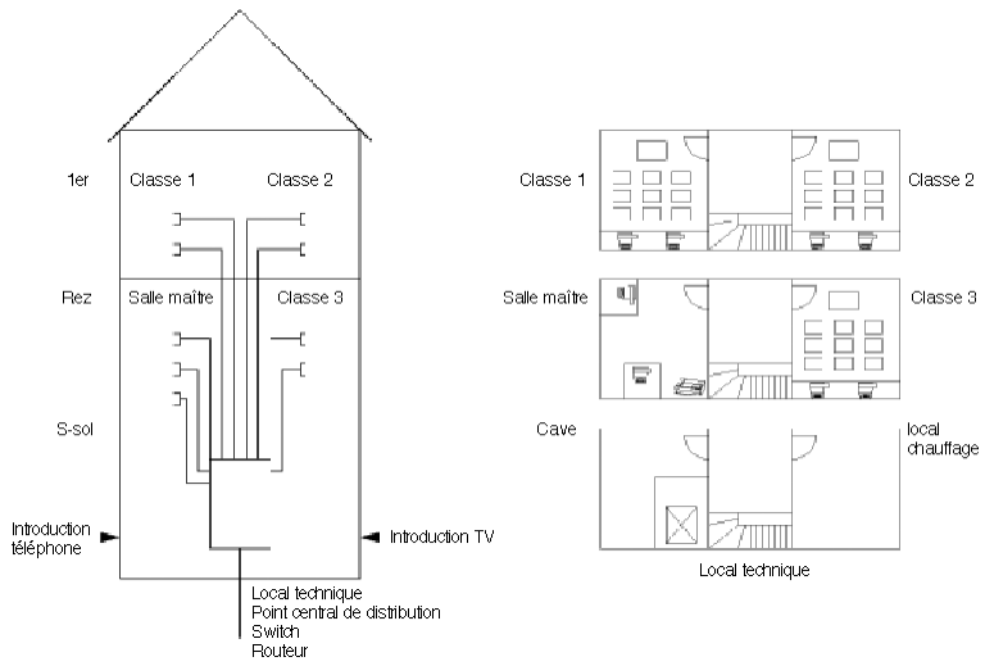
10 Exemple de câblage

Exemple de câblage d'une école comprenant 3 salles de classe équipées chacune de 2 ordinateurs et d'une salle des maîtres avec 2 ordinateurs et une imprimante réseau.

10.1 Schéma de principe



10.2 Définition du point central



Si possible, définir par où passeront les câbles

Contrôler que le câble le plus long ne dépasse pas 90m

10.3 Estimation des coûts pour un réseau

Les prix sont donnés à titre indicatif selon leur valeur en 2014.

10.4 Provider et raccordement réseau

« Ecoles sur Internet sponsorisé par Swisscom » coût d'installation	HT	Fr.	gratuit
---	----	-----	----------------

(Valable 3 ans depuis la mise en service. Le routeur est compris dans le raccordement)

10.5 Acquisition d'un SWITCH

SWITCH 24 ports	HT	Fr.	500.00
-----------------	----	-----	--------

(Il existe différents fournisseurs et différentes capacités de raccordements)

10.6 Armoire

Par ex. SOHO armoire maxi case 48	HT	Fr.	650.00
-----------------------------------	----	-----	--------

10.7 Câbles de raccordement et de patch

RJ45-RJ45 : prix / pièce	HT	Fr.	14.00
--------------------------	----	-----	-------

10.8 Câblage comprenant prise dans armoire SOHO 19"

Estimation grossière des coûts

Câbles, prise à la place de travail, par prise :	HT	Fr.	300.00
---	----	-----	--------

Câblage de ligne téléphonique jusqu'au local technique	HT	Fr.	200.00
--	----	-----	--------

Mise en place de prises 230V supplémentaires, par prise :	HT	Fr.	150.00
--	----	-----	--------