

Solutions **ouvertes** *vers de*
nouveaux horizons



+ *de convivialité*
+ *d'évolutivité*
+ *de tranquillité*
btib simplifie la gestion technique de vos bâtiments

1. Gestion Technique Fédérée GTF

Le protocole LonWorks

Le standard LonMark

B.TIB
3, rue Galvani
91300 MASSY

Tél. : (0)1 69 19 13 31
Fax : (0)1 69 19 13 32
www.btib.fr

SOMMAIRE

Systèmes de GTB traditionnels.....	3
La technologie IP au service de la gestion technique de bâtiment.....	4
Deux technologies : LAN et LON	4
Le réseau LonWorks, qu'est ce que c'est ?.....	4
Architecture d'un réseau LonWorks®	5
Utilisation de la topologie libre FTT	6
Terminaisons.....	7
Avantages de la topologie libre comparée aux bus traditionnels des systèmes de GTB.....	7
Aspects du protocole LonTalk®	8
Variables réseau	9
Le Label LonMark®	10
Profils applicatifs LonMark®	10
Maître Esclave	11
Solutions de confort total.....	11

LonWorks® – LonTalk® – LonMark®

Tous les systèmes de GTB actuels sont composés de nombreux automates reliés entre eux par des réseaux de communication. Ces derniers permettent :

- A l'exploitant, d'accéder aux divers automates du système pour en vérifier le fonctionnement et transmettre ordres et consignes.
- Aux automates, de communiquer et d'échanger des informations utiles et de coordonner leurs fonctionnements

Gérer et faire évoluer ses installations techniques à des coûts raisonnables est le principal objectif du technicien. Il lui faut s'affranchir des problèmes de passage de câbles, de formation à différentes technologies et enfin de celui de la communication entre les différents constructeurs d'un même métier.

Heureusement les choses changent.

Le gestionnaire utilise tous les jours le **réseau Ethernet** pour le transport de ses données et il n'imagine pas de pouvoir se passer de ce moyen de communication économique, rapide et fiable.

Infranet est un réseau d'infrastructure qui fédère tous les équipements techniques d'un bâtiment, d'un site industriel, d'une collectivité locale, etc.,

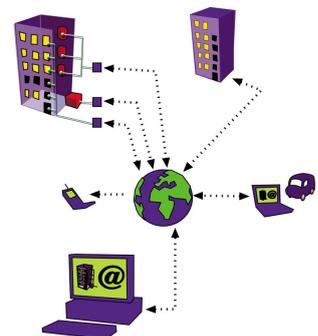
Ainsi, le technicien peut profiter pour le choix de ses équipements de la **même liberté** que celle dont dispose l'acheteur de matériel informatique :

- **Partager** un réseau de communication commun à tous les métiers du bâtiment,
- **Mixer** les équipements de fournisseurs différents
- **Installer** les équipements de natures diverses de la même manière.

Cette solution conduit à une évolution des critères de décision lors d'une modification de l'existant. Le raisonnement se focalise alors sur la partie qui nécessite la modification, dans la mesure où ce changement n'influe pas sur les paramètres généraux de l'installation.

Il peut ainsi **s'adapter plus rapidement et plus facilement** à l'évolution permanente et accélérée des techniques et des normes.

Le changement est en marche. Ne pas tenir compte de cette évolution, c'est croire qu'une solution combinant ouverture et flexibilité ne s'imposera pas. De nombreux fabricants de « grosse informatique » des années 80 l'ont cru .



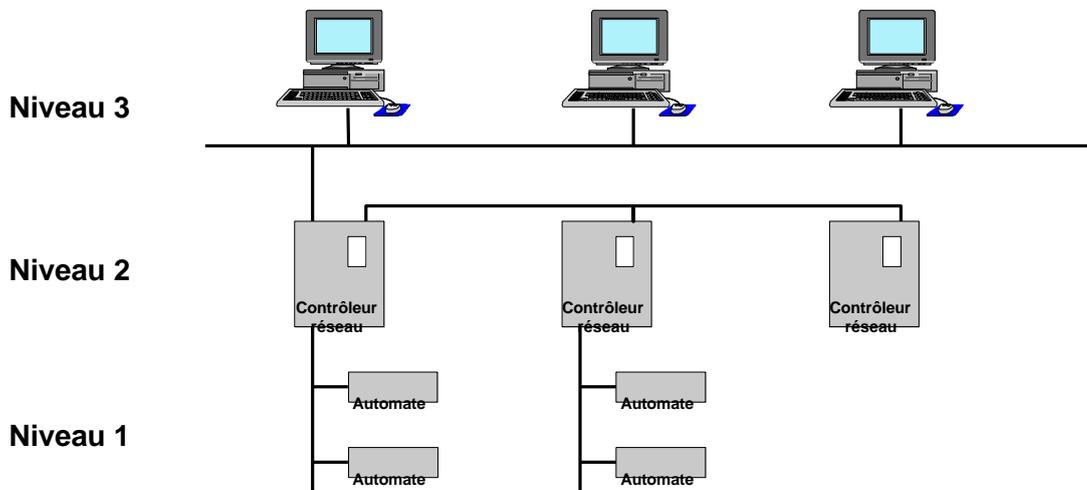
Avant de présenter l'architecture de réseaux LonWorks®, il est bon de rappeler les modèles d'architectures utilisés par les systèmes de GTB traditionnels.

Systemes de GTB traditionnels

La plupart des systèmes de GTB traditionnels utilisent une architecture à plusieurs niveaux comportant divers types de réseaux ou de bus. Dans ce type d'architecture, la majorité des automates sont rattachés à des bus de bas niveau (dit réseau/bus de terrain) qui sont eux-mêmes connectés à un contrôleur de réseau.

Ces contrôleurs de réseau sont interconnectés par un réseau de niveau supérieur dit "réseau principal". Les équipements connectés aux réseaux de terrain dépendent du contrôleur maître pour établir la communication entre eux et pour de nombreux autres services (historique, alarmes, etc.).

Le dernier niveau est constitué du réseau de supervision qui repose généralement sur un réseau informatique classique. On y retrouve typiquement l'architecture maître/esclave des niveaux inférieurs avec un poste particulier serveur et les autres clients de ce serveur :



Bien que cette architecture permette de limiter le trafic sur chaque réseau de communication, elle présente de nombreux inconvénients parmi lesquels on notera la complexité de mise en œuvre, l'absence de souplesse de configuration et d'extension, le manque d'ouverture et les performances limitées.

En effet, la majorité des équipements sont connectés au bus de plus bas niveau qui est généralement le moins performant de tous (c'est généralement le moins rapide, le moins robuste électriquement et celui qui dispose de capacités d'échanges les moins sophistiquées,...)

La technologie IP au service de la gestion technique de bâtiment

Aujourd'hui, deux systèmes de communication existent et se complètent : LON et LAN (qui est aujourd'hui connu et reconnu). Nous nous attacherons donc à rappeler rapidement les principes généraux de ces deux systèmes d'exploitation et développerons les avantages que vous pourrez tirer de la technologie LON.

Deux technologies : LAN et LON

LAN (Local Area Network) est le système d'exploitation de la technologie de l'information. Les données véhiculées sont des mots (textes), graphiques ou autres. Les matériels installés sur le réseau sont des ordinateurs, des imprimantes, des scanners, La performance est définie par le taux de transfert et mesurée en Mbps.

LON (Local operating Network) est le système d'exploitation du contrôle commande. Les données sont courtes et représentent des valeurs telles qu'une température extérieure, un état (marche/arrêt), la position d'une vanne (x%), une durée, ... Les appareils installés sont des capteurs, actionneurs, automates, régulateurs ...

La performance d'un réseau LON est définie par des transactions par secondes et le temps de réponse. Dans le cas de LonWorks, le nombre de transactions par seconde peut monter jusqu'à 1 000 transactions par secondes en utilisant le taux de transfert de 1.25 Mbps.

Le réseau LonWorks, qu'est ce que c'est ?

Un réseau LonWorks rassemble des unités de traitement locales intelligentes appelées "nœuds". Les nœuds sont connectés sur le réseau et peuvent communiquer entre eux ou avec des interfaces utilisateurs (supervision, écran de contrôle ou de visualisation, ...) sur un ou plusieurs média de communication. Les échanges se réalisent en utilisant le protocole de communication LonTalk qui est spécifique aux réseaux LonWorks.

Un nœud peut être un simple capteur de communication, un actionneur de vanne ou de registre, un automate de régulation, ... Par exemple, la température d'une chambre ou d'une chaudière (départ ou retour) est transmise sur le réseau. L'automate compare cette valeur avec la consigne et agit sur l'actionneur concerné.

Un nœud réalise une fonction dans le process global en exécutant le programme applicatif propre à l'utilisateur. La fonction d'un nœud peut être simple. Les interactions entre ces nœuds peuvent permettre l'exécution d'applications complexes moins vulnérables aux pannes. C'est le gros avantage de la technologie LonWorks.

La description des différents composants des nœuds et de leur fonctionnement ne fait pas parti de ce document mais est dispensée dans les différents modules de cession de formation de B.TIB. Il faut savoir que chaque nœud est connecté à un autre du même réseau par l'intermédiaire d'un média de communication approprié (paire torsadée, infra-rouge, adio, courant porteur, ...). Le nœud comporte un ou plusieurs neuron chip, un transmetteur et un circuit électronique qui comprend l'application spécifique.

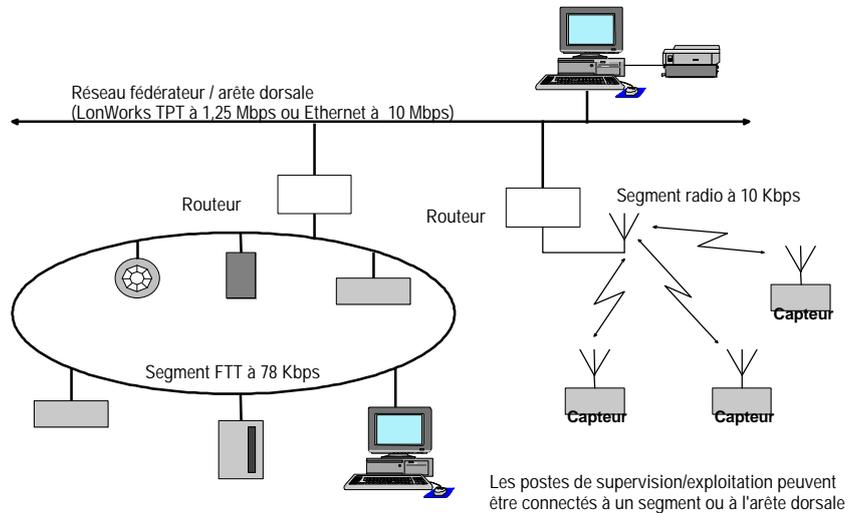
Le neuron chip est le cœur de chaque nœud. Comme un circuit VLSI, il implémente le protocole LonTalk comme une partie du firmware. Ainsi, quel que soit l'origine du produit, il sera chargé avec le même protocole et, comme nous vous le présenterons plus loin, avec les mêmes variables (les SNVTs) au format SI.

Architecture d'un réseau LonWorks®

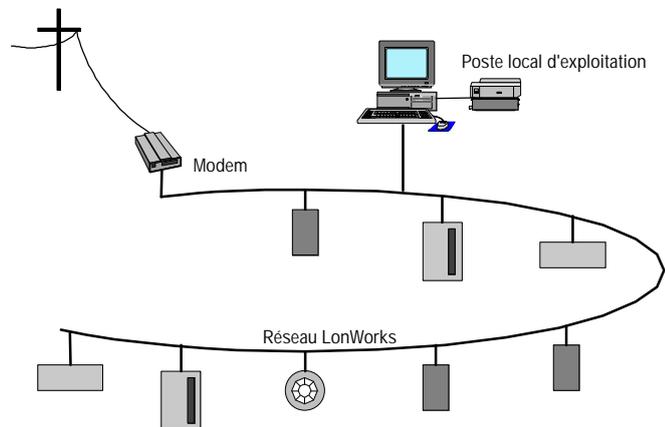
Le réseau LonWorks® utilise une approche différente basée sur l'expérience acquise dans la mise en œuvre de réseaux informatiques. Ces derniers sont constitués de "segments". Ces segments sont reliés à un réseau fédérateur appelé généralement "arête dorsale" ou à un autre segment au moyen de routeurs intelligents.

Le routeur ne se comporte pas comme un maître ou superviseur des équipements rattachés à son segment, il se contente de transmettre les informations d'un segment au réseau fédérateur ou du réseau fédérateur au segment.

Il est intelligent en ce qu'il ne laisse passer que les informations qui ont effectivement besoin d'être transférées dans le/hors du segment. Le trafic local entre équipements d'un même segment y reste donc contenu, ce qui évite de surcharger le réseau fédérateur.



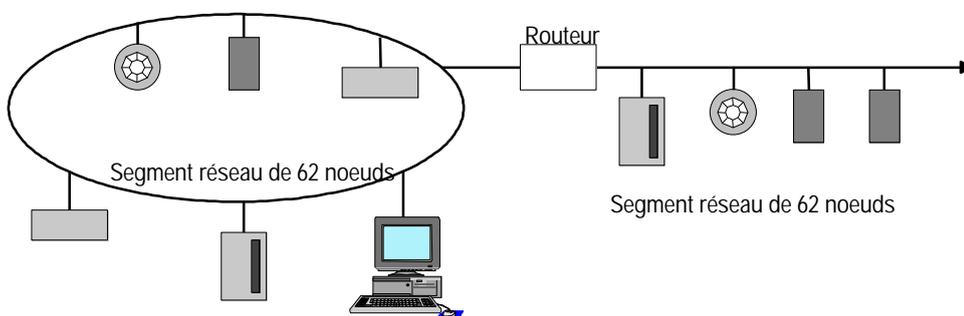
Cette approche permet de minimiser le trafic sur l'arête dorsale et de réaliser la nécessaire séparation des automates sans la complexité des architectures à plusieurs niveaux. De plus, ce type d'architecture ne place aucune restriction sur le type de technologie réseau utilisée par chaque segment. Les segments individuels peuvent utiliser la même technologie que l'arête dorsale ou des segments de natures différentes (radio, paire torsadée, courant porteur, fibre optique, infrarouge...) peuvent être reliés à l'arête dorsale à travers les routeurs.



La base d'un réseau LonWorks® est donc le segment. Un segment en paire torsadée de type FTT-10 peut comporter jusqu'à 62 nœuds avant de nécessiter un routeur (ou un répéteur). Dans de petites applications, l'intégralité du système de GTB peut résider sur un seul segment (voir ci-dessous).

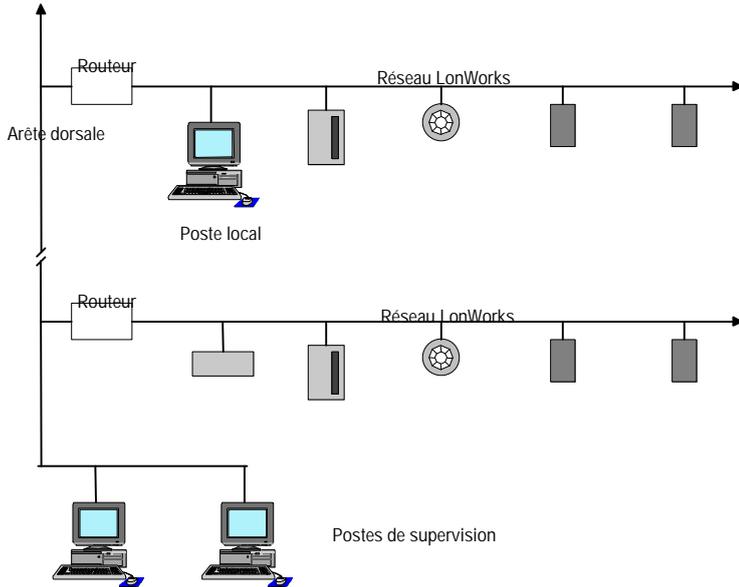
Extension au-delà de 62 nœuds

A l'aide de routeurs, on peut connecter de multiples segments jusqu'à la limite théorique de 32385 équipements par domaine (voir ci-dessous).



Dans des installations importantes, on préférera cependant utiliser les routeurs pour constituer une architecture de type arête dorsale dans laquelle les segments individuels sont connectés à un segment fédérateur justement appelé arête dorsale.

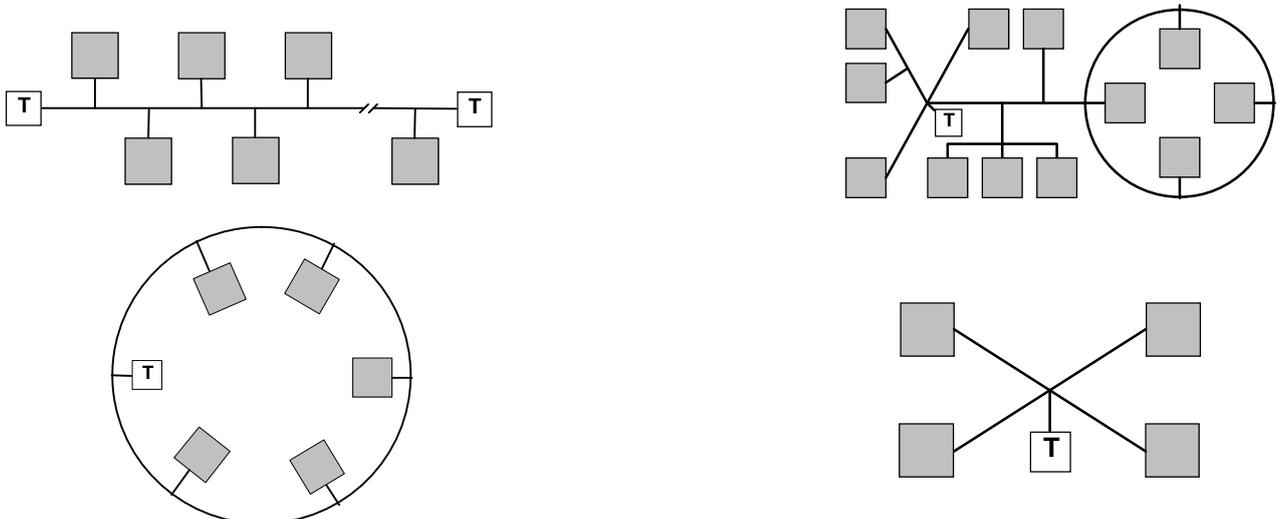
Cette arête dorsale peut utiliser le même support physique que les segments individuels ou une technologie plus rapide telle que le réseau LonWorks® à 1,25 Mégabits/sec sur paire torsadée ou fibre optique ou encore Ethernet.



Les segments individuels connectés via un routeur à l'arête dorsale peuvent toujours être étendus au-delà de 62 équipements par un routeur/répéteur si nécessaire. Notons que la norme d'interopérabilité LonMark® interdit d'utiliser plus d'un répéteur par segment.

Utilisation de la topologie libre FTT

Au sein d'un segment, la technologie "topologie libre" (FTT) permet de connecter les équipements en bus, étoile, anneau, peigne, etc. Les figures suivantes extraites du guide FTT Echelon illustrent les diverses options possibles.



Le FTT est, de ce fait, la technologie la plus utilisée dans le secteur du bâtiment. Il est donc intéressant de rappeler les caractéristiques et avantages de ce support de communication.

Le FTT peut être utilisé avec une grande variété de câbles. Les critères de choix peuvent intégrer le coût, la disponibilité ou les performances attendues. Ces dernières peuvent varier avec le type de câble car la transmission est affectée par la résistance, la capacité mutuelle et la vitesse de propagation. Echelon a caractérisé les performances pour les types de câble suivants :

Type	Conducteur Diamètre/jauge	Résistance (Ohms/km)	Capacitance (nF/km)	Vprop (% de C)
Belden 85102 : paire simple, non-blindée, plénum	1,3 mm / 16	28	56	62
Belden 8471 : paire simple, non-blindée, non-plénum	1,3 mm / 16	28	72	55
Paire 22 AWG Classe 4 monobrin non blindée	0,65 mm / 22	106	49	67
JY (St) 2x2x0.8, 4 conducteurs, monobrin, blindée	0.8mm / 20.4	73	98	41

Les spécifications suivantes sont pour un seul segment réseau. Plusieurs segments peuvent être connectés par des répéteurs ou routeurs comme décrit précédemment.

Notez que les règles d'interopérabilité LonMark® n'autorisent pas de "prolonger" un segment avec plus d'un répéteur (au-delà, il faut utiliser obligatoirement un routeur).

Type	Topologie bus double term.	Topologie Libre	
	Longueur max. du segment	Distance max. nœud à nœud	Longueur totale max. du câble
Belden 85102	2700 m	500 m	500 m
Belden 8471	2700 m	400 m	500 m
Paire 22 AWG Classe 4	1400 m	400 m	500 m
JY (St) 2x2x0.8	900 m	320 m	500 m

Terminaisons

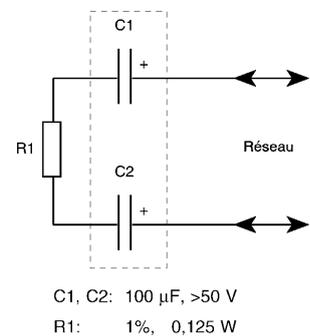
Le réseau FTT doit être "terminé", c'est à dire refermé sur son impédance caractéristique qui est approximativement de 52 Ohms.

Segment en topologie libre

Une seule terminaison est nécessaire, que l'on peut placer n'importe où sur le segment. Un réseau RC (voir Figure) avec $R1 = 52, 3$ ohms doivent être utilisés.

Segment en topologie bus double terminaison.

Deux terminaisons sont nécessaires, une à chaque extrémité du bus. Un réseau RC (voir Figure) avec $R1 = 105$ ohms doit être utilisé.



Avantages de la topologie libre comparée aux bus traditionnels des systèmes de GTB

Topologie libre :

Simplifie l'installation et en réduit les coûts. Présente un énorme avantage pour les extensions futures car elle permet d'ajouter de nouveaux équipements au réseau en les accrochant à n'importe quel endroit du réseau.

Isolation électrique :

La plupart des bus de GTB utilisent la liaison RS485 qui n'offre une isolation en mode commun guère supérieure à la dizaine de volts. Les transmetteurs FTT LonWorks® sont isolés par transformateur jusqu'à 1500 volts ! Cette isolation élimine les problèmes de différentiel de tension sur l'on rencontre souvent dans des longs réseaux ou des réseaux inter-bâtiments et offre un haut degré de protection contre les parasites électriques.

Absence de polarité :

La plupart des bus de GTB sont polarisés (conducteurs plus et moins). Le FTT non polarisé, simplifie donc l'installation et réduit le temps passé à trouver les défauts de câblage.

Communication d'égal à égal :

Dans une architecture LonWorks®, les automates, capteurs et actionneurs intelligents s'échangent des informations d'égal à égal sans passer par un maître qui gérerait les communications inter-équipements. Ceci permet de définir des stratégies de pilotage locales et globales et de réduire les effets d'une panne d'un équipement.

Protocole Standard et Public :

LonTalk® est un protocole standard qui facilite l'interopérabilité des équipements de fournisseurs différents.

Indépendant du médium :

LonWorks® peut interconnecter des supports physiques différents (y compris la radio et le courant porteur) à l'aide de routeurs. Ceci permet de choisir le support physique le mieux adapté aux contraintes d'une application sans affecter les équipements eux-mêmes.

Aspects du protocole LonTalk®

En dehors de son aspect multi-maîtres assez inhabituel, le protocole de communication LonTalk® se distingue des protocoles généralement utilisés en GTB par une richesse fonctionnelle et une fiabilité exceptionnelles.

Construit selon le désormais classique modèle à couche connu sous le nom de modèle OSI de l'ISO, le protocole LonTalk® offre des services à chaque couche du modèle (ce qui est assez unique pour un réseau de terrain).

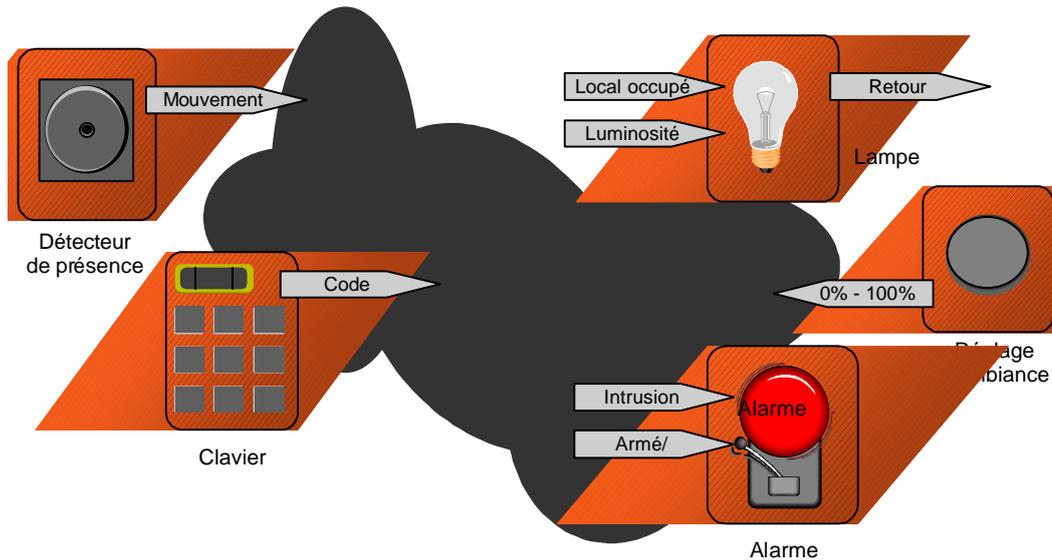
Sans entrer dans les détails de chaque couche et service, notons néanmoins ce qui fait l'originalité du protocole :

- Le protocole LonTalk® est compatible avec tous les supports physiques de communication.
- Chaque équipement peut initier un échange d'information indépendamment de tout maître, arbitre ou superviseur. Certains échanges d'informations peuvent être définis comme "prioritaires". Ils seront effectués avant les autres non prioritaires ou de priorité inférieure.
- Le nombre de stations dans un réseau LON™ peut être très important. L'adresse logique d'un équipement est composée d'un champ domaine, un champ sous réseau et d'un champ "nœud". Un réseau peut comporter plusieurs domaines, chaque domaine peut comporter plus de 32000 équipements ou 'nœuds". Les routeurs utilisent les adresses de sous-réseau pour déterminer si un message doit les "traverser" ou non.
- Afin de réduire la charge du réseau, un message peut être envoyé à l'ensemble du réseau, à un sous-réseau ou à un groupe de nœuds (le message est émis une seule fois mais reçu par de nombreux destinataires).
- Chaque équipement est muni par fabrication d'une adresse physique unique. Cette adresse est accessible à travers le réseau en appuyant sur le "bouton de service" normalement présent sur tous les produits LonWorks®. Sur les produits interopérables LonMark® (voir plus loin), cette adresse physique est aussi indiquée par une étiquette code à barres. L'adresse physique d'un équipement est essentiellement utilisée pour lui attribuer une adresse logique.
- Chaque transmission d'information peut être au choix non-acquittée, non-acquittée répétée, acquittée et même authentifiée. Dans ce dernier cas, le récepteur du message s'assure de l'identité de l'émetteur du message. Ce service, unique dans le monde des bus de terrain, est essentiel dans les applications liées à la sécurité.
- Les services de gestion réseau (installation et maintenance) sont intégrés dans le protocole. On peut, à travers le réseau, installer un "nœud", le tester, lui demander sa liste de variables et même obtenir des statistiques sur les éventuelles erreurs de communication qu'il a rencontrées.

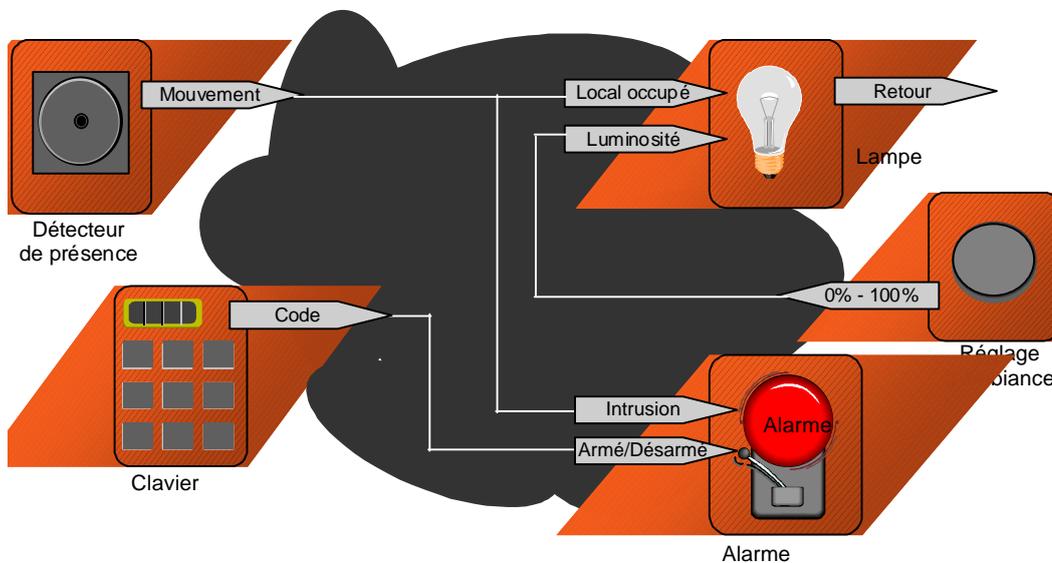
Non seulement, le protocole LonTalk® offre un moyen de transmettre des informations entre équipements mais il offre aussi une méthode standard pour exprimer et diffuser l'information, la variable réseau.

Variables réseau

Le principe d'échange d'informations utilisé par le protocole LonTalk® repose sur la notion de variable. Une variable représente généralement une information unitaire (une valeur, un état, etc.).



Les capteurs "publient" les informations sur le réseau à travers des variables de sortie. On dit qu'ils "produisent" la variable. Les actionneurs "s'abonnent" aux informations dont ils ont besoin à travers des variables d'entrée. On dit qu'ils "consommant" la variable.



Les relations producteur /consommateur ne sont pas prédéterminées, elles sont définies à l'aide d'un outil de configuration réseau.

De même, ces relations ne sont pas immuables, elles peuvent être ajoutées, étendues ou supprimées dès que cela s'avère nécessaire (modification ou extension du site) et ce, sans interrompre le fonctionnement du réseau et donc de l'installation.

Les variables sont typées c'est à dire qu'en fonction du type de l'information, un format standard est appliqué. Ce format international est à la base de l'interopérabilité. Il permet, en effet, d'assurer que des produits d'origines diverses puissent "comprendre" les informations qu'ils s'échangent.

Ainsi un capteur de température intelligent d'origine européenne pourra communiquer avec un automate/régulateur fabriqué aux Etats-Unis car tous deux expriment une température de la même manière.

Les types de variables standardisés sont appelés des SNVTs (prononcer "snivit").

Type	Information	Gamme (résolution)	Application
SNVT_temp_p	Température	-273 à 327° Celsius (0,01 °C)	Température mesurée/de consigne
SNVT_hvac_mode SNVT_hvac_status	Mode de fonctionnement	0 = HVAC_AUTO choix du mode automatique 1 = HVAC_HEAT Chauffage seulement 2 = HVAC_MRNG_WRMUP démarrage matinal 3 = HVAC_COOL rafraîchissement seulement 4 = HVAC_NIGHT_PURGE purge de nuit 5 = HVAC_PRE_COOL pré-rafraîchissement 6 = HVAC_OFF Hors fonctionnement 7 = HVAC_TEST Auto-test 8 = HVAC_EMERG_HEAT chauffage d'urgence 9 = HVAC_FAN_ONLY ventilation seulement	Commande/contrôle du mode de fonctionnement du régulateur de climatisation
SNVT_lev_disc	Niveau	Valeurs discrètes suivantes : 0 = rien / arrêt 1 = bas 2 = moyen 3 = haut 4 = plein	Niveau de puissance, de vitesse, etc.
SNVT_lev_percent	Niveau, pourcentage	0 à 100 % (0.5%)	Humidité relative, % d'ouverture de vanne
SNVT_occupancy	Présence	Valeurs discrètes suivantes : 0 = zone occupée 1 = zone inoccupée 2 = zone temporairement occupée 3 = zone temporairement inoccupée	Détecteur de présence, Programme horaire
SNVT_switch	Commutation	Information composite : Etat : 0 = Arrêt 1= Marche Valeur : 0-100% (0,5%)	Vitesse de ventilation E/S logiques
SNVT_flow	Débit	0 - 65534 litres/sec (1 l/s)	Débit d'air (VAV), de liquide

Une sélection des types de variables (SNVTs) communément utilisées en génie climatique.

Le Label LonMark®

LonMark® est une association de fabricants et d'utilisateurs de produits basés sur LonWorks®. Forte de plus de 200 membres aux noms prestigieux, cette association définit les règles de l'interopérabilité.

Les produits qui satisfont aux nombreux critères techniques nécessaires pour garantir un fonctionnement interopérable sont certifiés LonMark® et en portent le label : Le label constitue donc une preuve de la conformité du produit aux règles édictées par l'association LonMark®.

Profils applicatifs LonMark®

L'association LonMark® est organisée en groupes de travail chapeautés par un conseil industriel.

Le conseil industriel édicte les règles générales conduisant à des produits interopérables. Les groupes de travail sont organisés par métier et définissent des profils applicatifs ou fonctionnels pour chaque équipement typique du métier considéré. Il existe ainsi des groupes de travail pour le génie climatique, l'éclairage, la sécurité, la réfrigération, etc.

Un profil applicatif est une définition des variables réseau (SNVTs) que doit posséder (en tant que producteur ou consommateur) un type d'équipement particulier. Certaines de ces variables sont obligatoires, d'autres sont optionnelles.

Les profils publiés sont disponibles sur le site Internet www.LonMark.org.

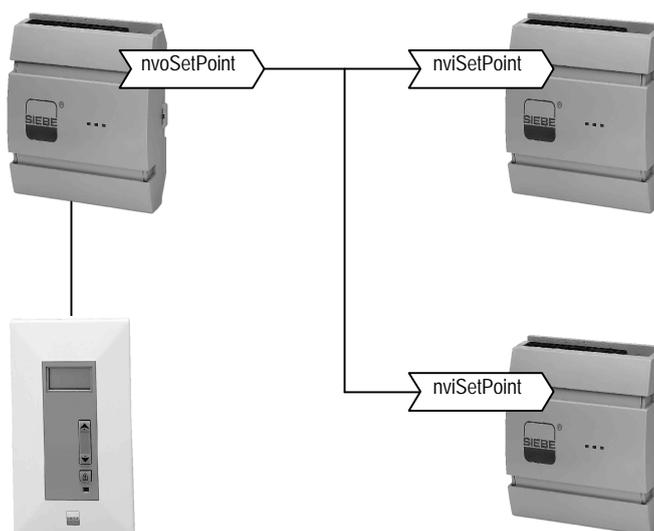
Maître Esclave

Commander plusieurs régulateurs à partir d'un seul terminal mural peut se décider uniquement à l'aide d'échange de variable réseau.

Dans l'exemple ci-contre, le premier régulateur obtient sa consigne du capteur mural et la transmet par sa variable de sortie *nvoSetPoint* à deux autres régulateurs qui la reçoivent par leur variable d'entrée *nviSetPoint* respective.

En fait, tous les régulateurs ont le même programme applicatif. Seule la configuration réseau détermine si tel régulateur se comporte en maître ou en esclave.

Cette configuration réseau est modifiable à tout moment alors même que le système fonctionne. On peut donc, dans une architecture bien pensée, prendre en compte les modifications de l'agencement intérieur du bâtiment sans intervenir sur le câblage mais en reconfigurant simplement des liaisons de variables.

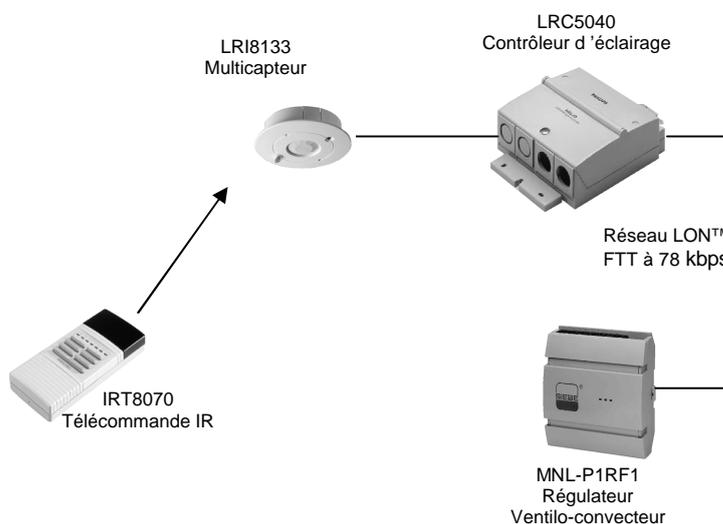


Solutions de confort total

Une des applications désormais classique de l'utilisation d'un réseau de bâtiment est la liaison des différentes fonctions de confort, éclairage et climatisation par exemple. Le système HELIO de PHILIPS Eclairage interopérable sur réseau LonWorks® est un bon exemple de système ouvert permettant d'obtenir un fonctionnement combiné éclairage et climatisation.

Ce système offre à l'utilisateur un confort d'éclairage exceptionnel et un contrôle complet de son environnement. Le multi-capteur permet de mesurer la luminosité ambiante de détecter la présence ou l'absence d'un occupant et de recevoir des consignes d'une télécommande infrarouge multifonctions.

A l'aide de cette dernière, l'utilisateur peut sélectionner tout aussi bien le niveau d'éclairage qu'il souhaite que la température de la pièce.



L'information fournie par capteur de présence est exploitée tant par le contrôleur d'éclairage que par le régulateur de climatisation. En fonction de l'occupation, les niveaux d'éclairage et de climatisation pourront varier. Et ceci sans passerelle ni équipement de contrôle centralisé.

Un bâtiment tertiaire évolue de différentes manières, mais ce qui évolue le plus souvent, c'est l'aménagement du poste de travail (moins de deux ans). On ne cesse de réaménager les bureaux, de déplacer les cloisons afin de refléter les changements d'organisation.

Une telle solution permet de reconfigurer les équipements techniques sans modifier le câblage existant. La configuration d'espaces de travail s'effectue simplement de façon logicielle en redéfinissant au niveau des échanges réseau les interactions entre capteurs et actionneurs.