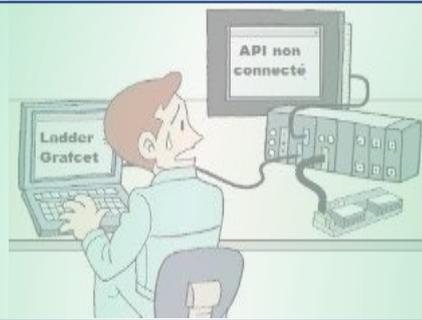


INITIATION AU PROTOCOLE DE COMMUNICATION BACNET



Automation & Sense

Avril 2020 | www.automation-sense.com

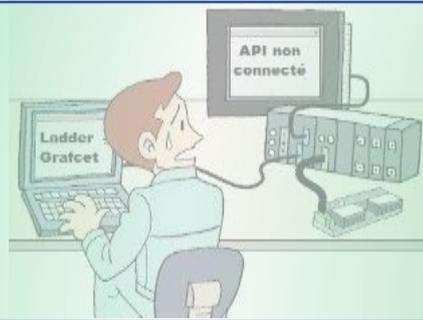


Objectifs :



Cette fiche de cours a pour but de vous initier au protocole BACnet très utilisé dans le domaine de l'automatisation des bâtiments.

Après la consultation de cette fiche, vous comprendrez le principe de fonctionnement du protocole BACNET ainsi que ses caractéristiques principales.



Introduction et historique

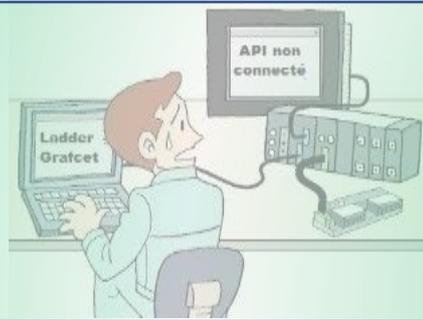
Le **BACnet** ou **Building And Control Network** est un protocole de communication standard et ouvert spécialement destiné au monde de l'automatisation des bâtiments.

Il a été initié par l'**ASHRAE (American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering)**, une association de constructeurs et d'utilisateurs dans les domaines du chauffage, de la ventilation et de la climatisation (CVC ou HVAC en anglais).

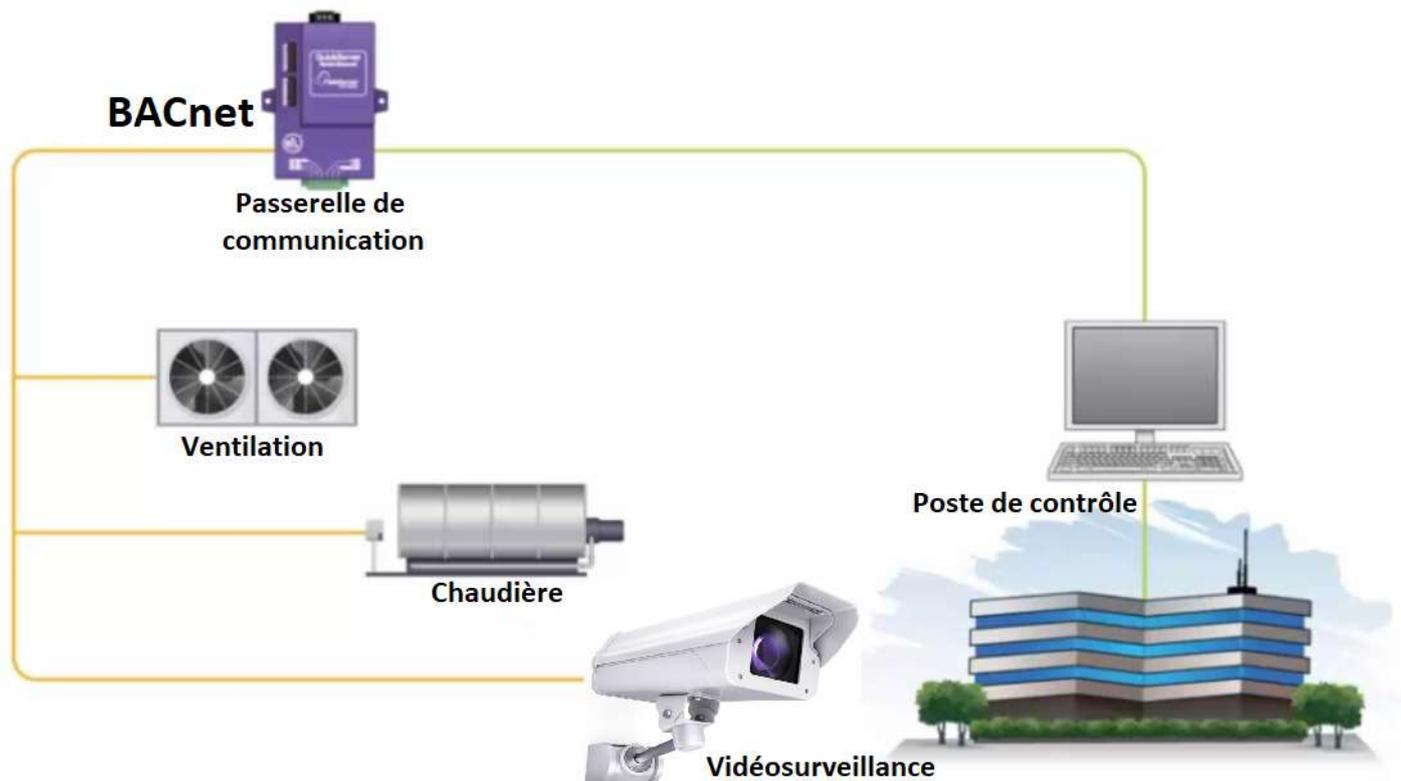


Le protocole BACNET est devenu aujourd'hui un standard international normalisé par l'ANSI et l'ISO. Orienté objet, ouvert et interopérable le protocole Bacnet est utilisé pour assurer la communication de milliers d'équipements d'automatisation de bâtiments à travers le monde.

De nos jours les problématiques liées à l'économie d'énergie et à l'efficacité énergétique des bâtiments représentent un défi de taille pour les techniciens et ingénieurs. Avec le concept de smart building, les bâtiments deviennent de plus en plus intelligents et sont dotés de systèmes de surveillance et de contrôle centralisés pour la supervision et le contrôle des **systèmes d'éclairage, de sécurité, de climatisation, de chauffage** et bien plus encore.

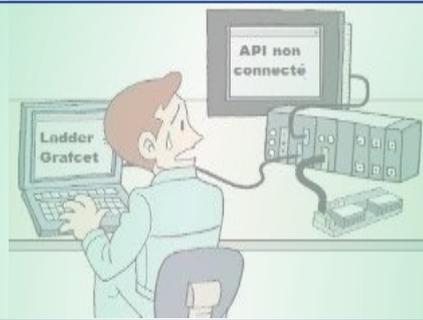


Grace au protocole BACNET, on peut par exemple superviser un immeuble entier (éclairage, ventilation, sécurité etc..) à partir d'une salle de contrôle unique, ce qui permet d'accroître de manière considérable l'efficacité énergétique du bâtiment mais aussi d'assurer la maintenance des installations techniques de celui-ci.



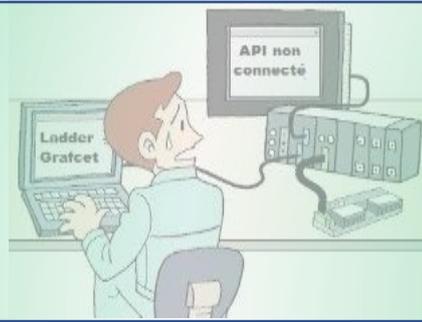
Parmi les équipements que l'on peut superviser grâce au protocole BACnet, on peut avoir :

- Des systèmes d'éclairage
- Des systèmes de ventilation
- Des systèmes de chauffage
- Des systèmes de détection d'incendie
- Des systèmes de vidéosurveillance
- Des systèmes de pompage
- Etc...



Historique du protocole BACnet

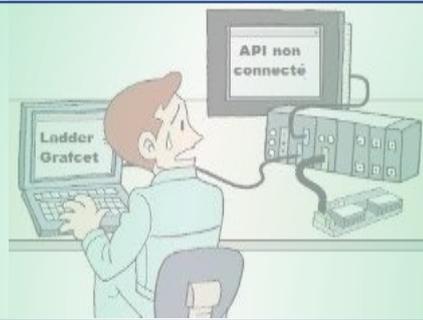
- ✚ **1987** : La fondation fut créée et le but était de permettre la supervision et le contrôle d'énergie dans les bâtiments
- ✚ **1991** : Première version du nouveau protocole
- ✚ **1995** : BACnet fut publié par l'ASHRAE comme standard 135-1995 et devient aussi standard ANSI
- ✚ **2003** : BACnet devient standard ISO
- ✚ **2004** : Premier test du protocole en Europe
- ✚ **2007** : Création de BACnet France



Les certifications BACnet

Le BACnet Testing Laboratories ("BTL") a été créé par BACnet International pour tester les équipements BACnet conformément à la norme BACnet et pour soutenir les activités de test de conformité et de test d'interopérabilité. Le BACnet Testing Laboratories s'occupe de la certification des équipements compatibles BACnet.



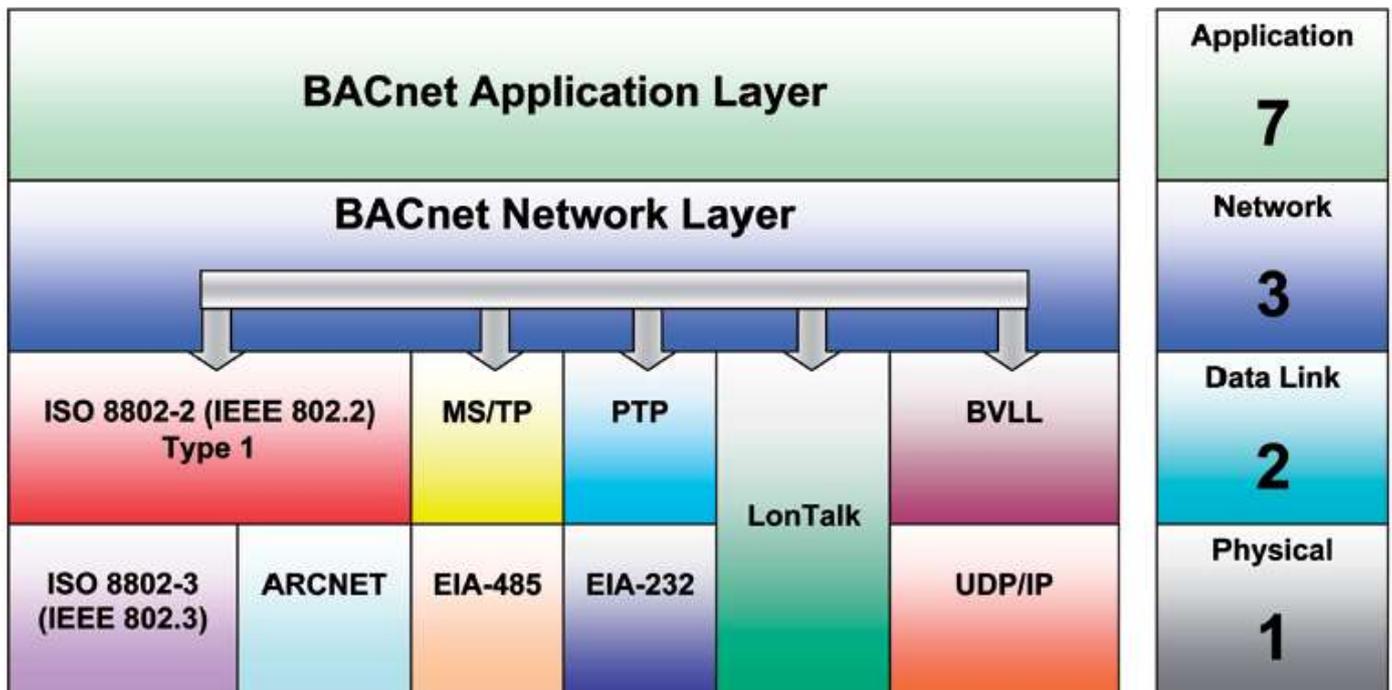


Les types de réseaux BACnet

Ci-dessous la répartition des différentes couches d'un réseau BACnet et son équivalent selon le standard OSI.

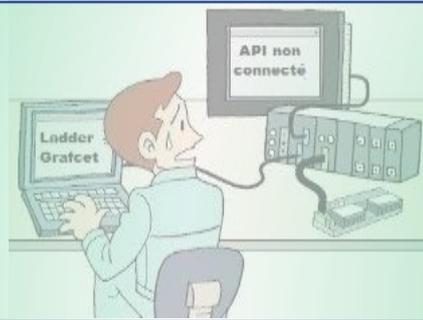
BACnet Layers

Equivalent OSI Layers



Suivant le support physique de communication utilisé, on distingue plusieurs implémentations du standard BACnet parmi lesquelles on peut citer :

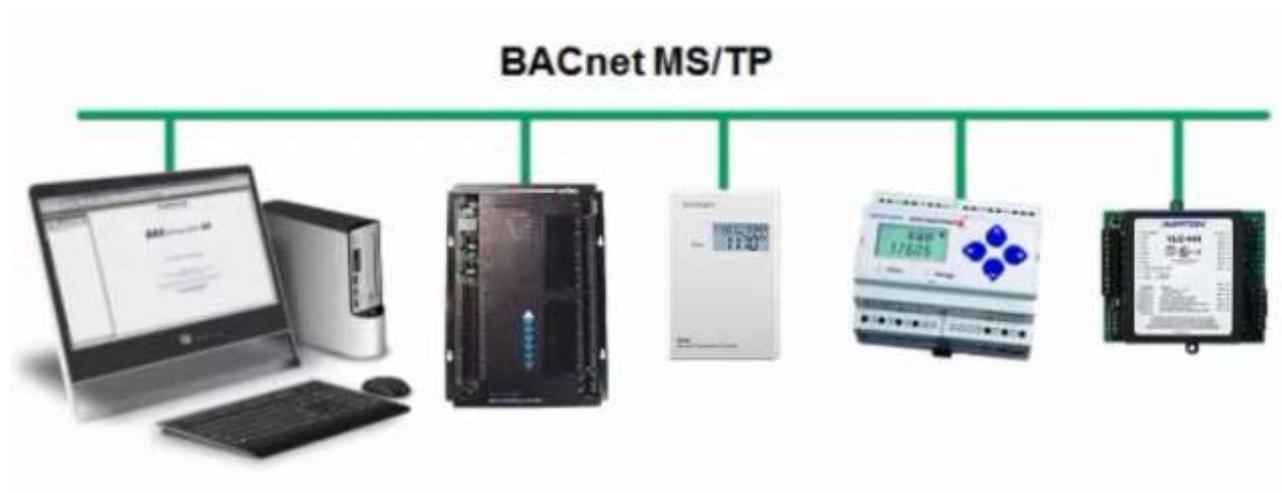
- **Le BACnet/IP : adressage via adresse IP et port UDP**
 - **Le BACnet MS/TP : méthode d'accès par passage de jeton, adressage via adresse MAC**
 - **Le BACnet Ethernet : vitesse de transmission jusqu'à 1 Gbit/s, méthode d'accès CSMA/CD, adressage d'équipements via adresse MAC**
 - **Le Bacnet ARCNET : méthode d'accès par passage de jeton**
- Etc...



Cependant les implémentations BACnet les plus utilisées sont le **BACnet MS/TP** et le **BACnet/IP**.

- Le BACnet MS/TP

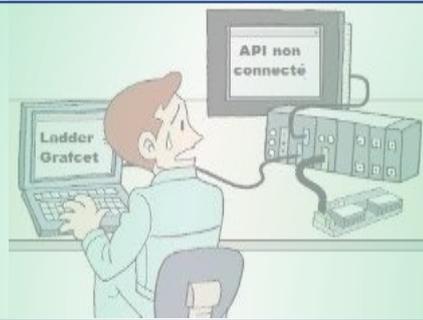
Le **BACnet MS/TP** ou **Master-Slave/Token Passing** est un protocole multi-maître basé sur le passage de jeton.



Avec le BACnet MS/TP, seuls les équipements maîtres peuvent recevoir le jeton, et seul l'appareil qui détient le jeton est autorisé à envoyer un message sur le bus.

Le jeton est transmis d'un équipement à un autre dans un ordre consécutif en commençant par l'adresse MAC MS/TP la plus basse. En BACnet MS/TP, les équipements esclaves communiquent uniquement lorsqu'ils répondent à une requête d'un équipement maître, ils ne peuvent pas recevoir de jeton ni prendre l'initiative de communiquer.

La majorité des équipements compatibles BACnet MS/TP sont des maîtres. Certains peuvent néanmoins être configurés en mode maître ou esclave. Les équipements qui ne prennent en charge que le mode esclave sont rares.



▪ Adressage des équipements

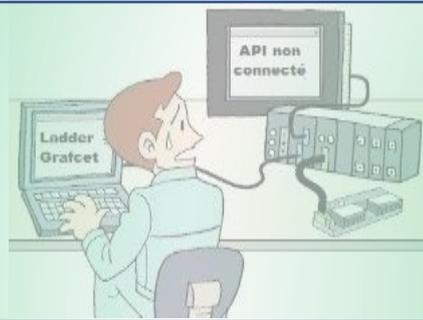
Chaque équipement d'un réseau BACnet MS/TP (maître ou esclave) doit avoir une adresse unique au sein du réseau local, cette adresse correspond à l'adresse MAC de l'équipement (MAC = Media Access Control). La longueur de l'adresse MAC est de 1 octet et est généralement configurée à l'aide d'un outil logiciel ou à l'aide de commutateurs DIP. L'adresse MAC d'un équipement BACnet MS/TP est unique au niveau de chaque sous-réseau. Cependant, deux équipements peuvent avoir les mêmes adresses MAC si et seulement si, ils sont localisés sur des réseaux différents.

La plage d'adresse MAC 0-127 peut être réservée aux équipements maîtres ou esclaves, tandis que la plage d'adresse MAC 128-254 est réservée uniquement aux équipements esclaves.

L'adresse MAC 255 spécifie l'adresse de diffusion (télégrammes envoyés à tous les appareils du réseau) et ne doit pas être utilisée comme adresse d'un équipement.

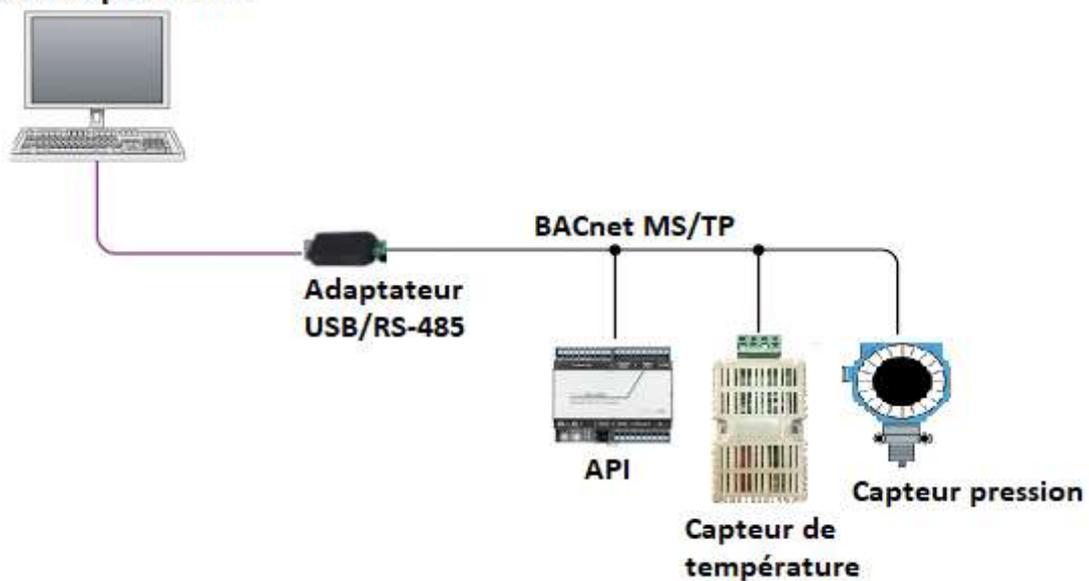
En plus des adresses MAC, les équipements d'un réseau BACnet possèdent tous des numéros d'instance d'équipement uniques, appelés Device ID ou encore Device Identifier. Ils permettent d'identifier chaque équipement sur le réseau global. La plage d'adresse pour les Device ID varie de 1 à 4194302.

Les numéros de réseau : Lorsque l'on utilise un routeur pour interconnecter deux réseaux différents, par exemple deux réseaux MS/TP (NB : on ne peut pas avoir plus de 128 équipements sur un seul réseau MS/TP, pour aller au-delà, on utilise un routeur, qui permet de répartir les équipements sur un autre réseau) ou un réseau MS/TP avec un réseau BACnet/IP, chaque réseau aura un numéro unique. Les numéros de réseau peuvent aller de 1 à 65 534 (dont 65 535 réservés aux messages de diffusion).



Le BACnet MS/TP utilise le RS-485 comme support physique de transmission. Cela permet d'avoir jusqu'à un maximum de 128 équipements (en utilisant des répéteurs) ou 32 équipements maximum sur un segment de réseau sans répéteurs.

Poste de supervision



Un segment d'un réseau BACnet est constitué d'un ensemble d'équipements reliés par des répéteurs. Un réseau BACnet est constitué d'un ensemble de segments interconnectés par des "ponts".

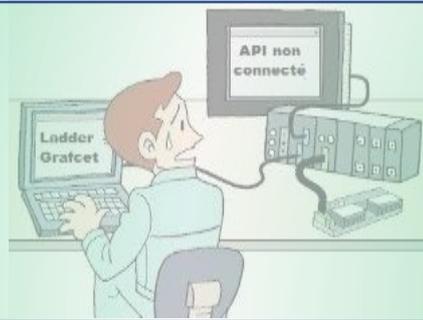
Il faut souligner aussi que les postes de supervision ainsi que les répéteurs comptent aussi pour un équipement. La longueur maximal d'un segment de réseau est souvent limité à 1200 m.

Tous les appareils du réseau doivent être configurés avec la même vitesse.

- Le BACnet/IP

Le BACnet/IP est une implémentation du standard BACnet qui utilise l'IP comme couche physique de communication.

Les trames BACnet/IP sont encapsulées dans des trames IP et UDP. Chaque équipement du réseau est adressé avec une adresse IP et un port UDP. Chaque équipement pourra communiquer avec les autres équipements du réseau.

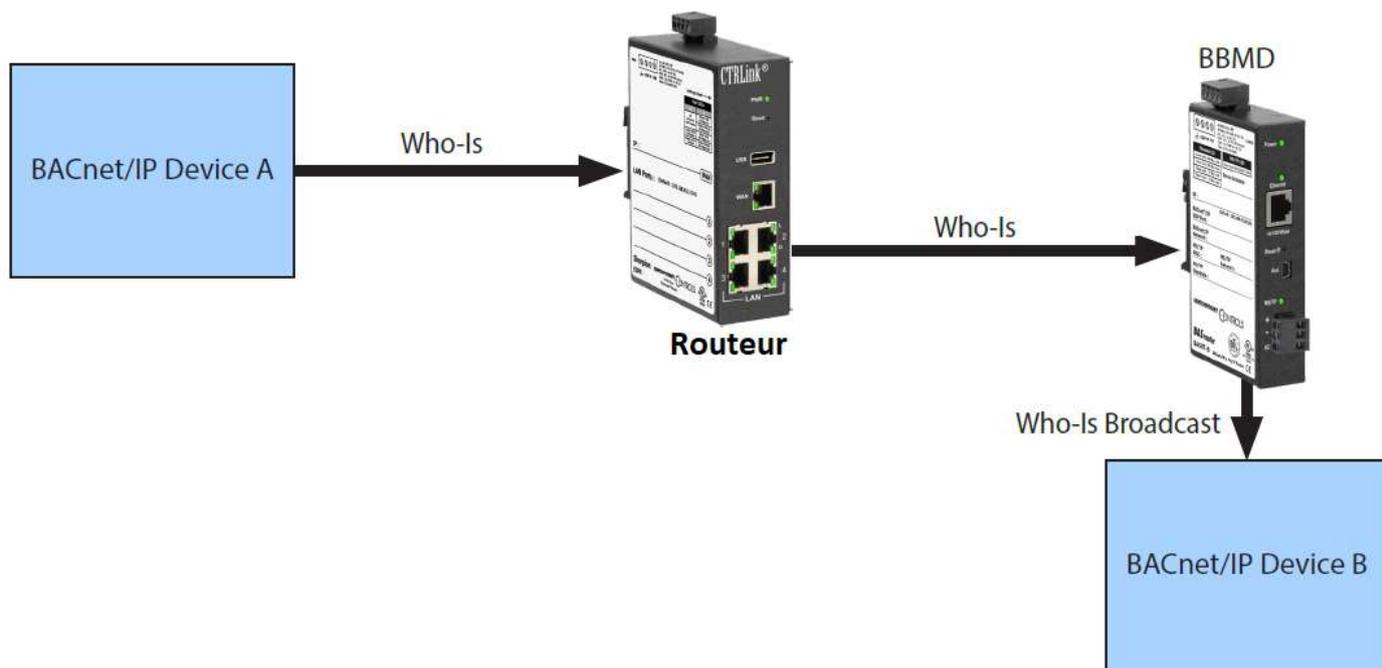


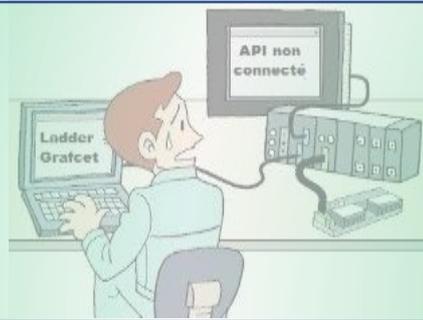
L'IP est comparable à la couche de transport, et est simplement un wrapper placé autour des paquets Ethernet, ce qui permet de les envoyer sur différents réseaux (ou sous-réseaux). UDP est la couche session et signifie que les paquets sont diffusés sur l'ensemble du réseau plutôt que envoyés à un destinataire individuel.

Le BBMD ou BACnet Broadcast Management Device

Le BACnet/IP communique principalement par le biais de messages diffusés ou messages de broadcasts qui sont reçus par chaque équipement situés sur le même réseau.

Un exemple de message de broadcast est le service Who-Is, qui est utilisé pour trouver d'autres appareils BACnet via un message de diffusion IP. Un message Who-Is envoyé par un appareil BACnet est relayé vers le réseau local avec une adresse MAC de diffusion (FF: FF: FF: FF: FF: FF).





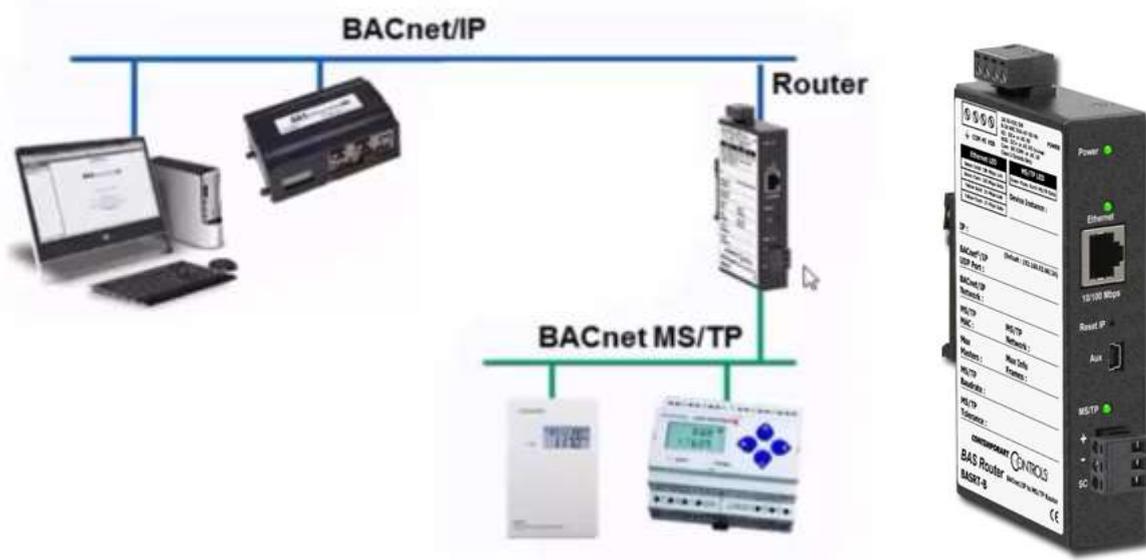
Tous les appareils BACnet de ce réseau reçoivent le message et peuvent répondre en conséquence. Cependant, le message n'est pas relayé par des routeurs IP qui communiquent avec d'autres sous-réseaux IP. Le BBMD a été introduit afin de résoudre ce problème. Le problème est résolu en insérant un BBMD entre le routeur IP et les équipements qui doivent recevoir le message de broadcast.

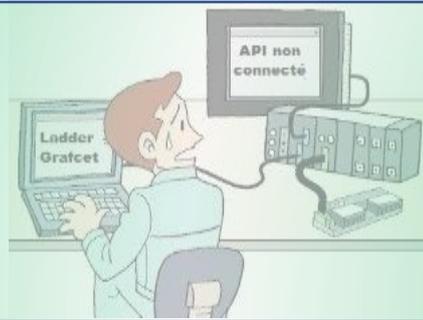
Dans un réseau local, un seul périphérique avec fonctionnalité BBMD peut être configuré, ce qui permet de relayer les messages de diffusion IP vers des sous-réseaux IP distants.

Les BBMD agissent comme des services de transfert. Ils sont particulièrement utiles sur les grands réseaux complexes. Ils permettent de transférer les messages d'un sous-réseau à un autre, afin que les communications puissent être diffusées localement ce qui permet d'éviter la surcharge de réseau.

Les routeurs BACnet

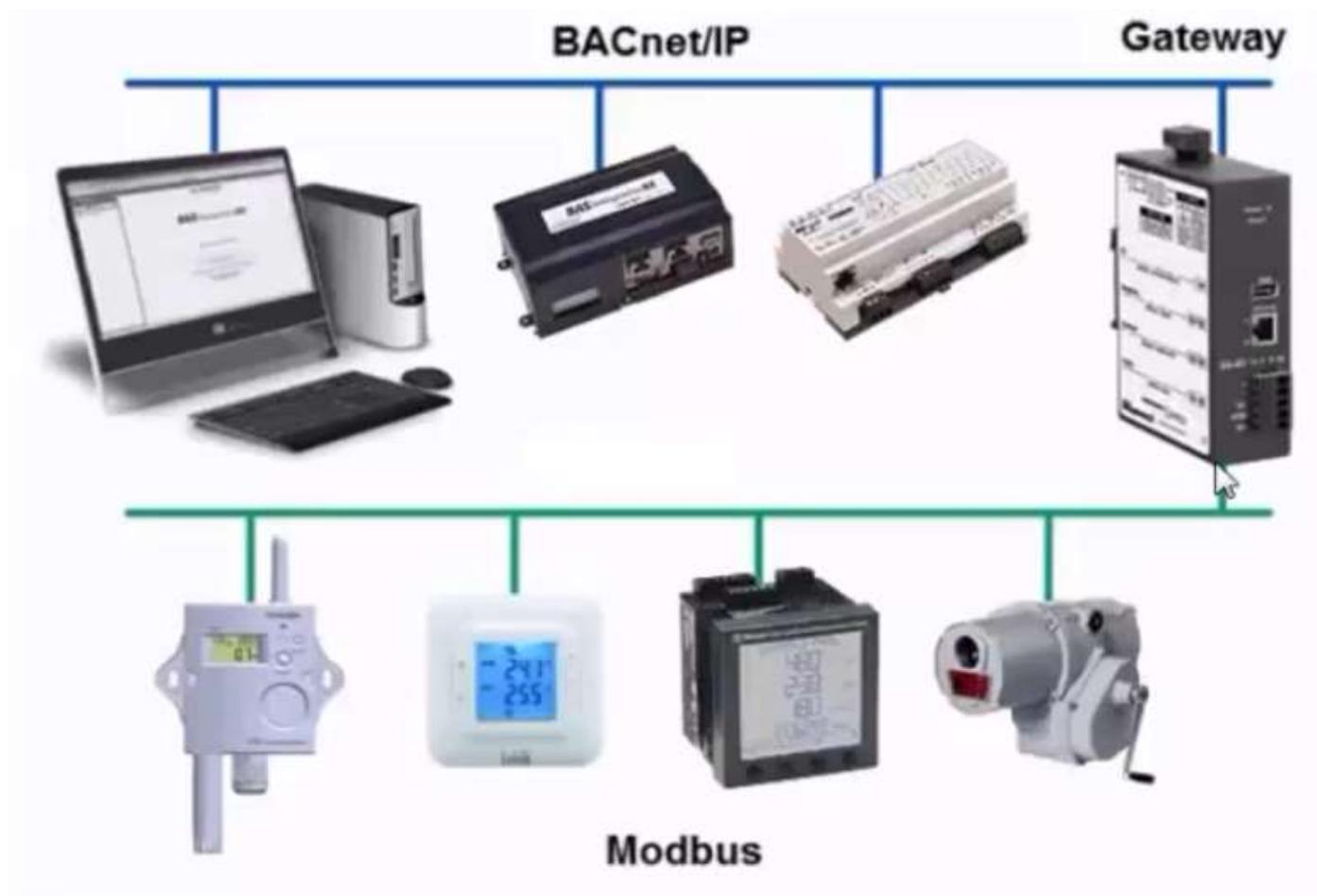
Les routeurs BACnet permettent d'interconnecter plusieurs réseaux BACnet utilisant des médias de transmission différents. Par exemple le routeur permet d'interconnecter un réseau BACnet MS/TP avec un réseau BACnet/IP ou un réseau BACnet ARCNET.

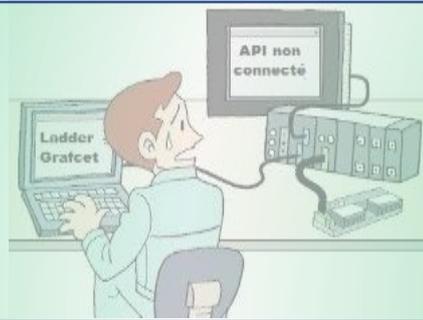




Les passerelles ou Gateway BACnet

Les passerelles BACnet permettent d'interconnecter un réseau BACnet à un autre réseau utilisant un protocole totalement différent du BACnet. Par exemple une passerelle permet d'interconnecter un réseau Bacnet avec un réseau Modbus ou LonWorks.





Éléments de vocabulaires propres au protocole BACnet

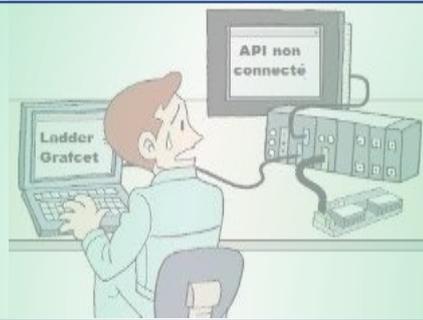
- Notions d'objets BACnet

Le protocole BACnet est basé sur un modèle de représentation de données orienté objet. Un objet avec son ensemble de propriétés décrit l'état actuel d'un périphérique sur le réseau. Un objet BACnet peut comporter plusieurs propriétés et chaque propriété a une valeur qui lui est associée.



Il existe une multitude d'objets BACnet standardisés. Cependant, les objets BACnet les plus utilisés sont :

- o Analog Input
- o Analog Output
- o Analog Value
- o Binary Input
- o Binary Output
- o Binary Value
- o Device



Si on prend l'exemple d'un capteur de température compatible BACnet, un objet BACnet associé à ce capteur de température peut être de type Analog Input. Cet objet Analog Input peut avoir plusieurs propriétés. Comme on peut le voir sur l'image ci-dessous, l'objet Analog

associé au capteur de température a une propriété Present Value qui contient la valeur courante de la température du capteur soit la valeur 37.

Capteur de température BACnet



Objet de type : **Analog Input**

Present Value

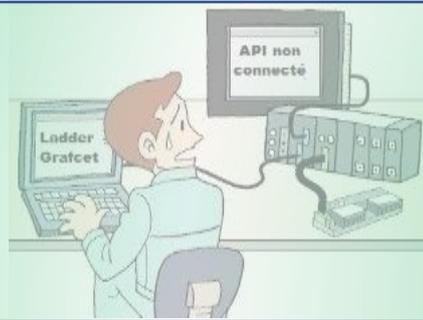
Notion d'instance d'objets

Au niveau d'un équipement BACnet, il peut y avoir plusieurs types d'objets, chaque type objet peut être instancié, ce qui permet d'avoir un modèle d'objet qui peut être dupliqué en fonction de notre besoin.

Lorsque l'on instancie un objet en particulier, celui-ci conserve l'ensemble des propriétés définies dans le modèle. Cependant, chaque objet instancié aura son propre nom ainsi qu'un ID unique ce qui permet de les différencier sur le réseau BACnet.

L'ID de l'objet instancié sera composé du type d'objet suivi d'un numéro d'instance (Exemple : AI : 2 pour Analog Input au numéro d'instance 2).

Le nom de l'objet instancié peut être choisi arbitrairement, généralement, on choisit des noms significatifs (Exemple : température_extérieure).



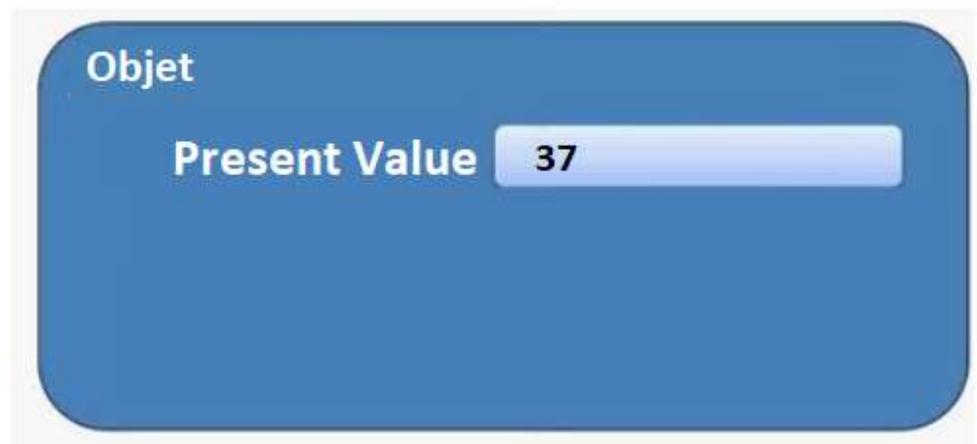
Par exemple, pour un équipement BACnet, on peut avoir deux instances de l'objet Analog Input dont l'un pourra s'appeler « température » et l'autre « pression », on aura en conséquence deux ID pour l'objet Analog Input soit AI : 1 et AI : 2 (pour Analog Input instance 1 et Analog Input instance 2)

Il existe cependant un objet BACnet qui ne peut être instancié et qui est unique pour chaque équipement, c'est l'objet Device. L'objet Device est présent dans tous les équipements BACnet, il comporte les propriétés : numéro de série de l'équipement, nom du fabricant, services supportés par l'équipement etc...

Notions de propriétés BACnet

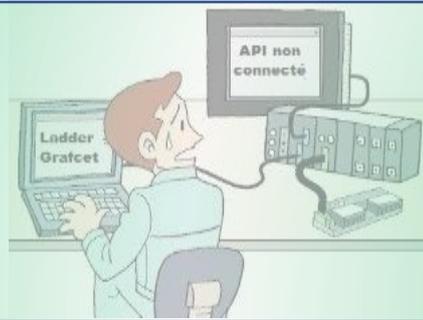
Chaque objet BACnet possède des propriétés qui leur sont propres. Une propriété est une zone mémoire où sont stockées les différentes valeurs d'un équipement BACnet. Une propriété BACnet est caractérisée par son « nom » et sa valeur. Par exemple, pour un capteur de température compatible BACnet, on peut avoir la propriété « Present Value » égale à 37. Ce qui signifie que la valeur courante du capteur de température est de 37.

Capteur de température BACnet



Une propriété peut être lue (ou écrite pour certaines) par les autres équipements ou applications. La propriété la plus couramment utilisée est « Present Value » ou valeur courante.

Notions de services BACnet



Pour l'échange de données, BACnet se base sur le modèle client/serveur. La communication entre équipements se fait par l'intermédiaire de services spécifiques..Il existe 5 familles de services :

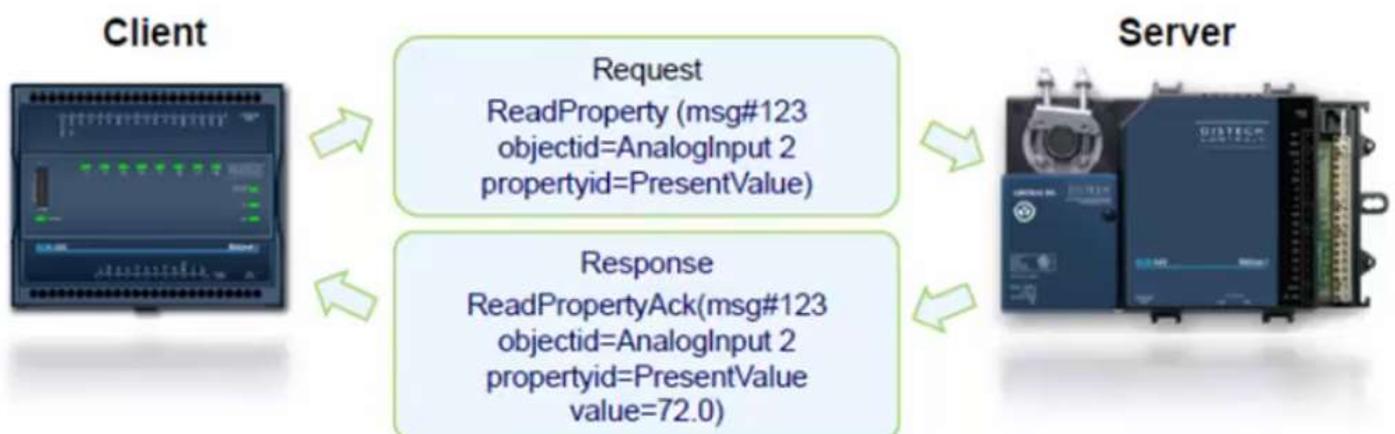
- Object Access (ReadProperty, WriteProperty, Change of Value...)
- File Transfert (Program Trend...)
- Alarm and et Event (Alarms, Changes of State...)
- Device Management (Who Is ?, I Am, Who Has, I Have, Backup, Restore...)
- Virtual Terminal (Human Machine Interface,...)

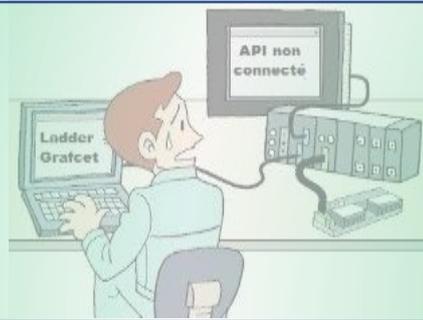
Les services minimum qu'un équipement BACnet doit intégrer sont définis au niveau d'un BIBBS (BACnet interoperability Building Blocks).

Tous les équipements BACnet ne supporte pas tous les services définis par le standard, certains équipements ne supportent que quelques services. Cependant, il y'a un service que tous les équipements BACnet supporte, c'est le service ReadProperty.

Quelques services BACnet

- **ReadProperty Service** : Le ReadProperty Service est utilise par un équipement BACnet client pour demander à un autre équipement BACnet serveur de fournir la valeur d'un de ses propriétés d'objet. Le serveur va dans ce cas répondre au client en transmettant les valeurs demandées.





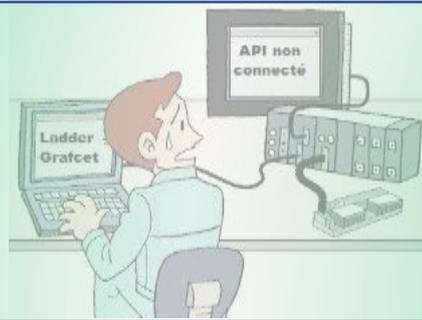
- **WriteProperty Service** : Le WriteProperty Service permet à un équipement BACnet client de modifier la propriété d'objet d'un autre équipement BACnet serveur. Le serveur va en guise de réponse envoyer un message au client pour lui notifier que l'opération s'est bien effectuée.



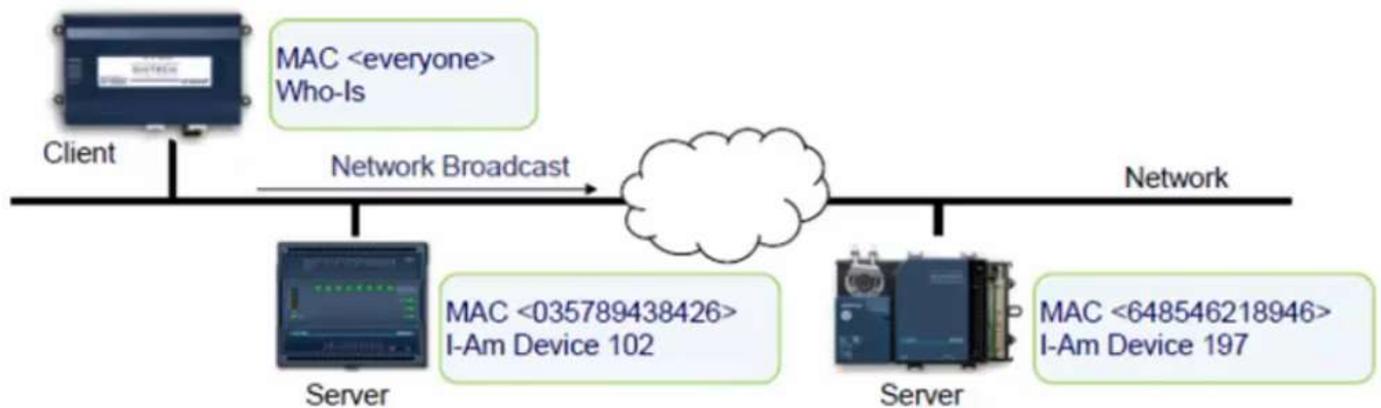
- **ReadMultipleService/WriteMultipleService** : ces deux services permettent de lire ou de modifier plusieurs propriétés d'objets à la fois.
- **Change Of Value (COV)** : Il permet à l'équipement client de s'abonner à l'équipement serveur afin d'être notifié lorsque la propriété de l'objet surveillé change de valeur.



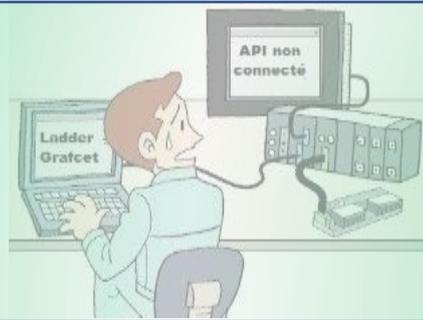
- **Who-Is/I-Am** : Le service Who-Is permet à un équipement BACnet de déterminer les ID d'objet des différents équipements se trouvant sur le réseau. On peut spécifier la



plage des ID d'objet de telle sorte que seuls les équipements ayant les ID d'objets spécifiés répondent. La requête Who-Is est envoyée en tant que message de diffusion à tous les équipements du réseau. Cependant, seuls les équipements pouvant exécuter un service I-Am vont répondre. Ils vont répondre en envoyant leur Object ID ainsi que quelques informations à propos de l'équipement comme par exemple l'identifiant du fournisseur de l'équipement.

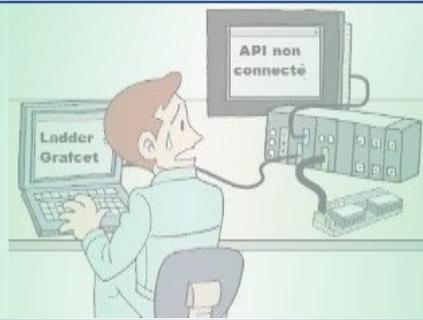


Bien que la réponse I-Am suive généralement la requête Who-Is, le service I-Am peut être lancé à tout moment. Il est généralement lancé lorsqu'un équipement rejoint le réseau et annonce aux autres équipements du réseau qu'il est présent.



Pour les développeurs de logiciels, le protocole BACnet est un moyen standard pour communiquer avec d'autres appareils compatibles BACnet via des bibliothèques de communication tierces. La norme BACnet définit une méthode standard pour communiquer sur un certain nombre de fils, connu sous le nom de liaison de données / couches physiques comme Ethernet, EIA-485, EIA-232, ARCNET, et LonTalk. La norme BACnet définit également une méthode standard pour communiquer en utilisant UDP, IP et HTTP (Web Services).

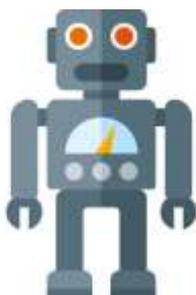
- **BACsharp** une pile de communication BACnet/IP écrit en C#
- **BACpypes** une pile de communication BACnet écrite en Python
- **BACnet4Linux** - une application LGPL BACnet sous Linux
- **BACnet4J** Une pile de communication écrite en Java permettant de communiquer avec le logiciel de scada machine to machine open source Mango (supervision et contrôle industriel, SCADA, HMI et domotique)
- **PICS** : Protocol implementation conformance statement, document écrit par le constructeur permettant d'identifier les options supportées par l'équipement



Dépannage d'un réseau BACnet

Trouble Shooting Tips

1. Verify the polarity on communication cable. RS-485 achieves binary transmission by switching the voltage polarity between A+ and B-. If the Rx light is on when there is no communication, there is a good chance that the polarity has been reversed (signal ground to A+ & signal ground to B- voltage should be between 7V & 1.5V).
2. Make sure there are not two devices with the same MAC address or the same Device Instance.
3. Ensure that all software device instances are unique on the whole network.
4. Validate that the baud rate is the same for all devices including repeaters.
5. Check if there are more than 2 EOL (termination) present on the same segment. No intermediate device should have an EOL.
6. If there are 3rd party devices on the network, try to remove them. If they cause problems, put them on a different segment.
7. In order to help narrow down a communication issue, divide the network in half and verify if the devices come on-line. Repeat the operation until the network is functional.
8. Play musical chairs: swap a working and a non-working device;
 - a. If the problem moved with the device, then it indicates a configuration issue or problematic device.
 - b. If the problem stays at the same location, then it indicates a wiring issue.



Dans cette fiche, nous avons pu découvrir le protocole BACNET : ses caractéristiques, son mode de fonctionnement et ses domaines d'utilisation.