



# Le Spanning Tree



# Le « spanning tree »

## ➤ Pourquoi le « Spanning Tree » est-il nécessaire?

- Il « permet d'autoriser » la présence de boucles sur le réseau.
- Il permet de faire une redondance alternative de liens en cas de panne .

## ➤ Les versions :

- IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol, **STP**
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol, **RSTP**
- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol, **MSTP**

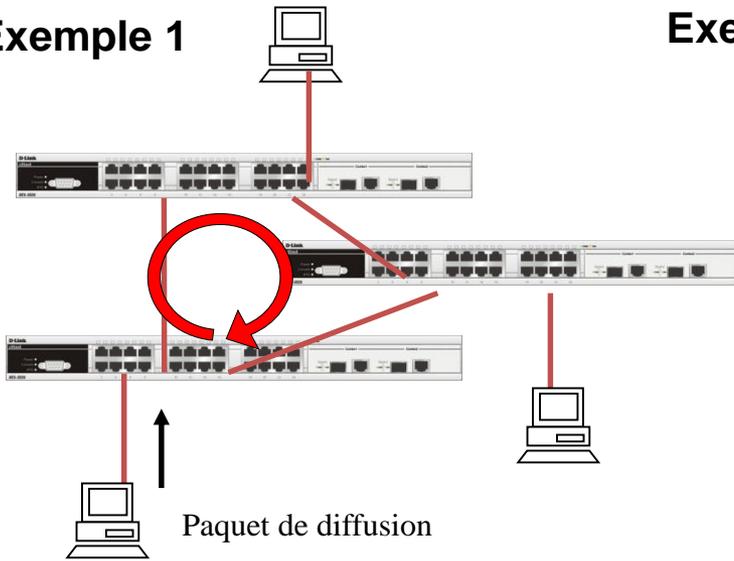
# Le « spanning tree »

- Ce protocole standard appelé « Spanning Tree » Protocol normalisé IEEE 802.1d a pour rôle principal d'éviter les boucles de transmission. Après une phase de découverte de la topologie physique du réseau, l'algorithme de « Spanning Tree » Protocol établit une arborescence logique sans boucle.
- En effet, dans les réseaux Ethernet, un seul chemin actif peut exister entre deux stations. L'existence de plusieurs chemins actifs entre des stations cause inévitablement des boucles dans le réseau. Lorsque les boucles surviennent, certains commutateurs reconnaissent une même station sur plusieurs ports. Cette situation entraîne des erreurs au niveau de l'algorithme d'expédition et autorise la duplication de trames qui seront expédiées.
- L'algorithme « spanning tree » fournit des chemins redondants en définissant un arbre qui recense tous les commutateurs dans un réseau étendu et force ensuite certains chemins de données à être à l'état bloqué.
- À intervalles réguliers, les commutateurs dans le réseau émettent et reçoivent des paquets « spanning tree » qu'ils emploient pour identifier le chemin.
- Si un segment de réseau devient inaccessible, l'algorithme « spanning tree » reconfigure la topologie et rétablit la liaison en activant le chemin de réserve.

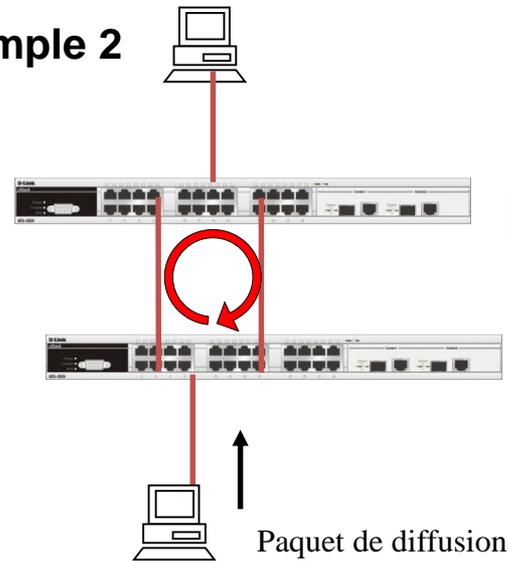
# La notion de boucles

- Exemples de Boucles sur un réseau Ethernet:

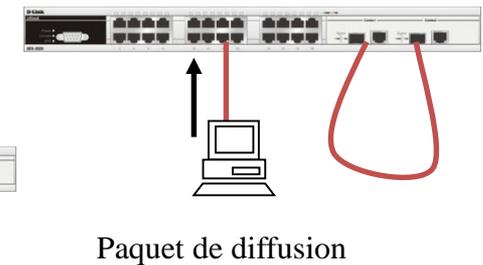
Exemple 1



Exemple 2



Exemple 3



**Remarque :** les VLANs ne sont pas créés, et le Spanning Tree n'est pas activé.

**Le problème :** Dans un réseau Ethernet, les boucles ne sont pas admises car cela peut générer une tempête de diffusion (**Broadcast Storm**).

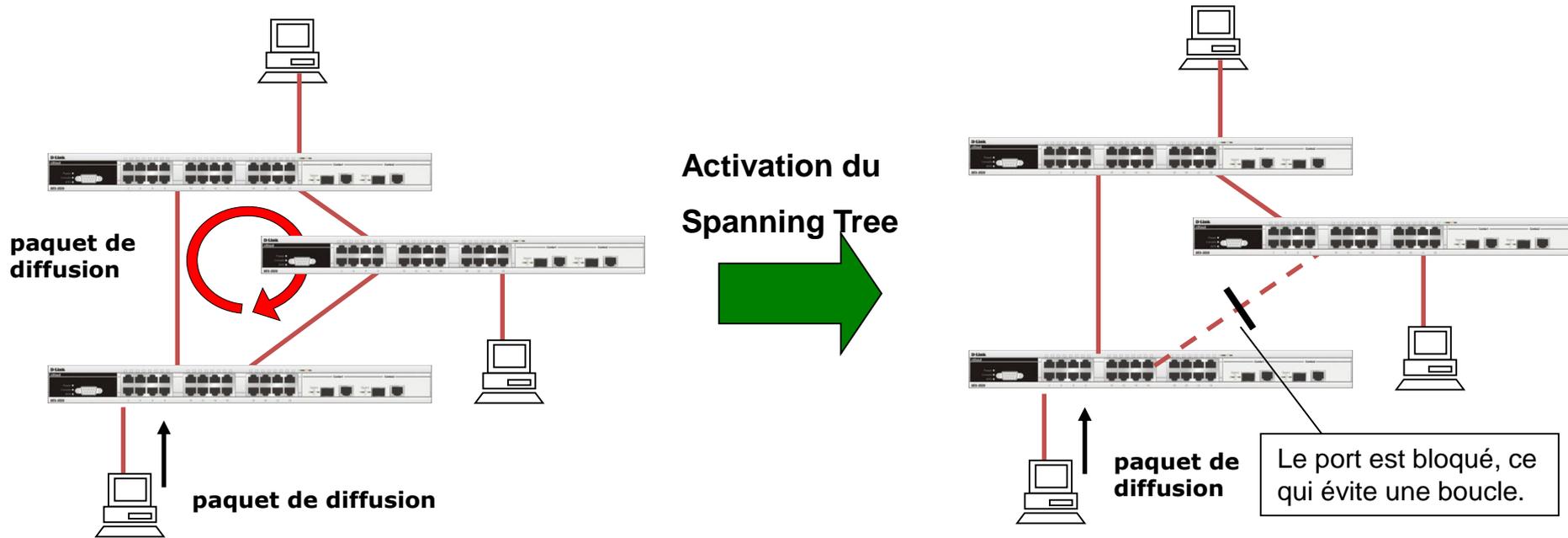
# Rappel sur le fonctionnement d'un Switch

- Lorsqu'une trame entre dans le commutateur, celui-ci conserve l'adresse MAC de l'émetteur, qu'il associe au port sur lequel il l'a reçu, dans une table de « pontage ».
- Le commutateur envoie alors la trame reçue, directement au port correspondant à l'adresse MAC de destination en consultant sa table d'adresses MAC.

# Rappel sur le fonctionnement d'un Switch

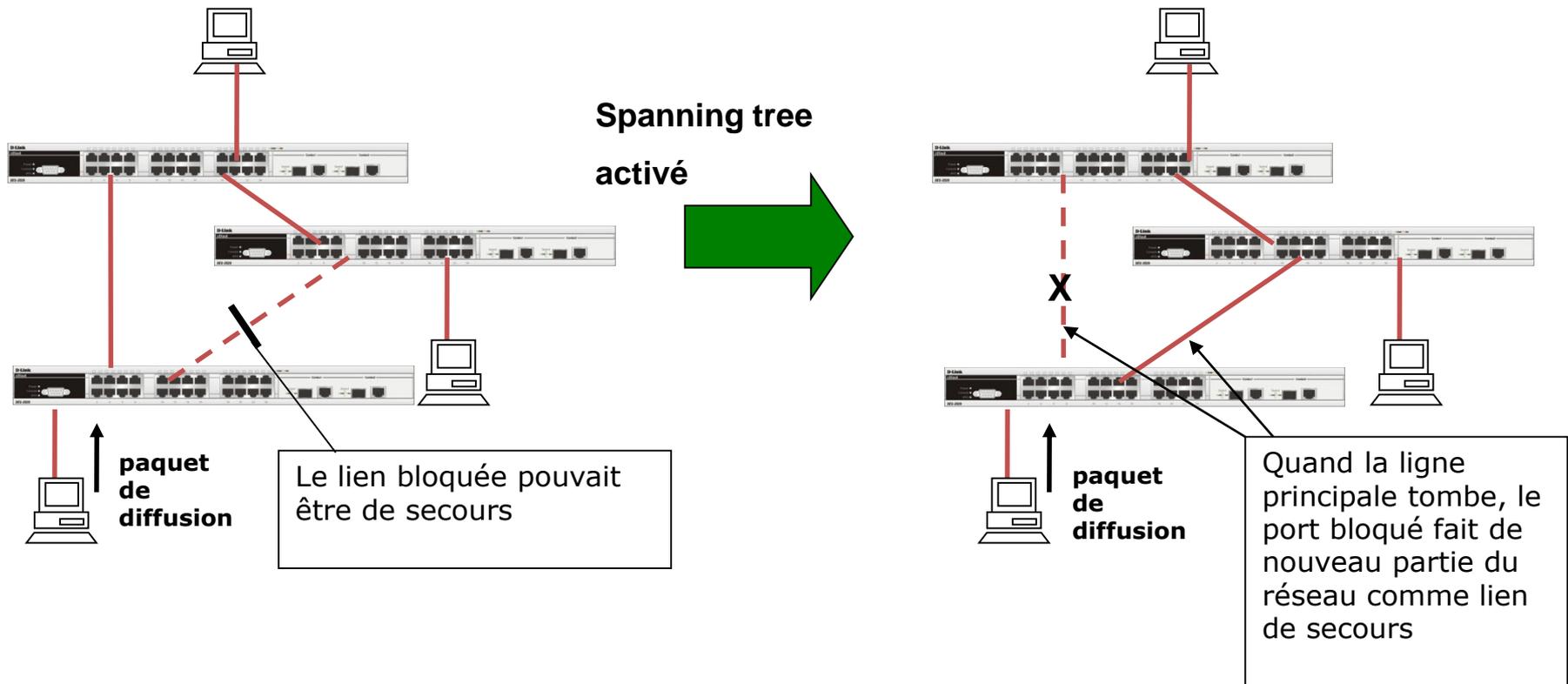
- Si l'adresse Mac source est connue, il initialise sa table et la met à jour en ne s'occupant que des adresses de destinations.
- Si l'adresse de destination est inconnue ou du type Broadcast ou Multicast, le commutateur envoie simplement la trame sur tous les ports à l'exception du port de réception.
- Si l'adresse de destination est la même que celle de réception, la trame est filtrée.

# Principe de fonctionnement du STP



La solution : le Spanning Tree (STP, RSTP, MSTP) peut exclure le noeud ou les noeuds.

# Principe de fonctionnement du STP



→ Si la ligne principale est coupée, le protocole « Spanning Tree » garantira la continuité du fonctionnement en basculant le trafic vers le lien redondant.

# Fonctionnement du STP

## Comment fonctionne le STP (802.1d):

### 1. Election d'un "Root Bridge".

Il s'agit de celui ayant l'ID ou la priorité la plus faible. Il doit être unique dans le réseau commuté LAN .

### 2. Sélections d'un "root port" sur les commutateurs non "root bridge".

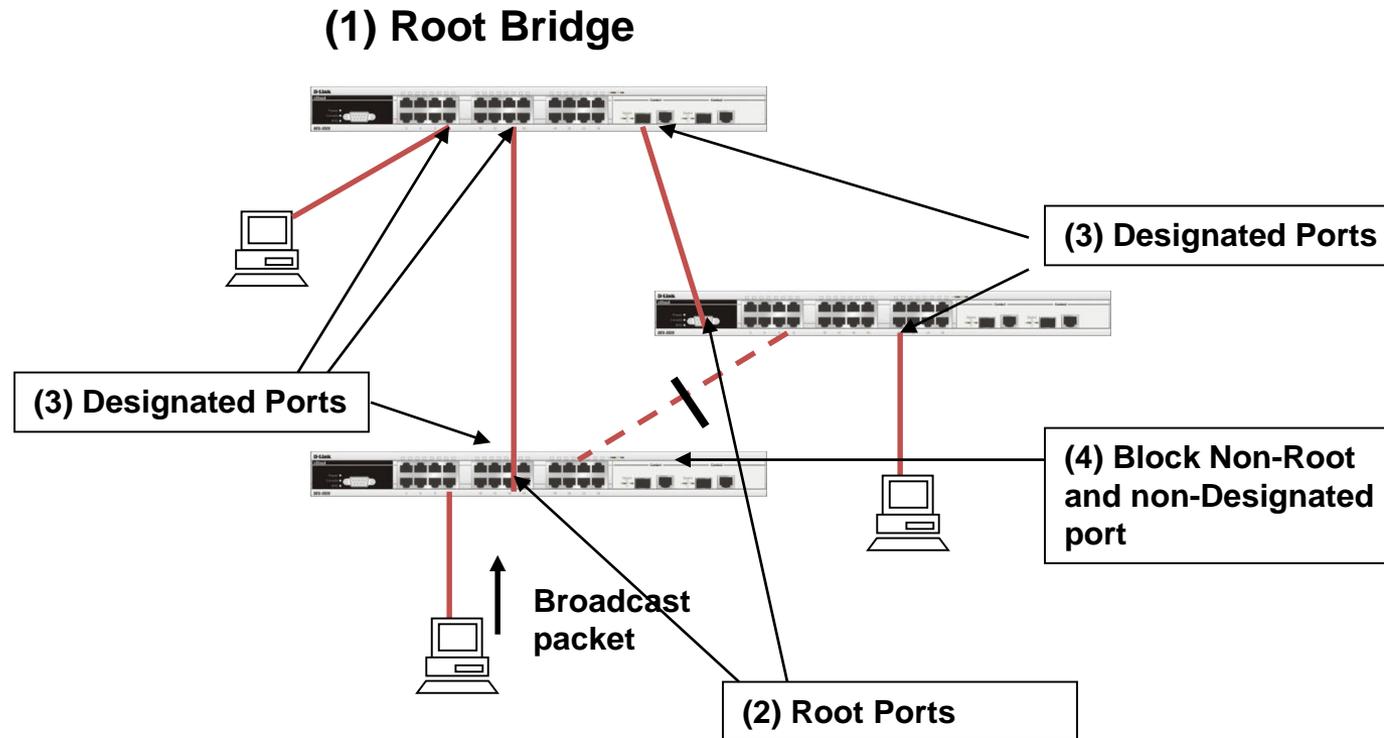
L'élection d'un root port est effectuée d'après le champ **path cost** et **port ID** d'un paquet BPDU (*bridge protocol data units*). C'est le port ayant un port ID le plus faible qui sera élu.

### 3. Sélection d'un port désigné sur chaque segment. ce sont eux qui « forwardent » les paquets BPDU. Chaque switch doit avoir un seul " designated port".

### 4. Bloquer les port(s) qui ne sont ni "Root port(s)" ni "Designated port(s)".

# Fonctionnement du STP

## Exemple de STP:



→ Il faut définir les chemins de communication pour réduire les chemins de multidiffusions.

# Fonctionnement du STP

## Coût de la liaison **STP**:

| Link Bandwidth | Old STP Cost | New STP Cost |
|----------------|--------------|--------------|
| 4 Mbps         | 250          | 250          |
| 10 Mbps        | 100          | 100          |
| 16 Mbps        | 63           | 62           |
| 45 Mbps        | 22           | 39           |
| 100 Mbps       | 10           | 19           |
| 155 Mbps       | 6            | 14           |
| 622 Mbps       | 2            | 6            |
| 1 Gbps         | 1            | 4            |
| 10 Gbps        | 0            | 2            |

Best

# Fonctionnement du STP

## ➤ Inconvénient du 802.1d STP :

- Vitesse de Convergence Lente.
- Le STP (802.1d) met généralement entre 30 et 60 secondes pour converger.

## ➤ Solution:

- **IEEE 802.1w: Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP.**





# Le **Rapid Spanning Tree** - 802.1W

# Fonctionnement du RSTP

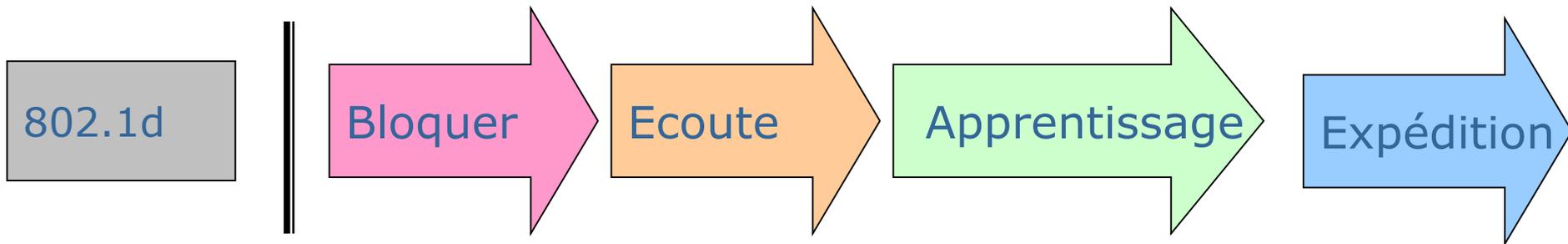
## Le Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP

- Standardisé **802.1W** par l' IEEE.
- Fournit **des améliorations significatives de la vitesse de convergence** pour le réseau maillé en permutant immédiatement les port racines et désignés à l'état de transmission.

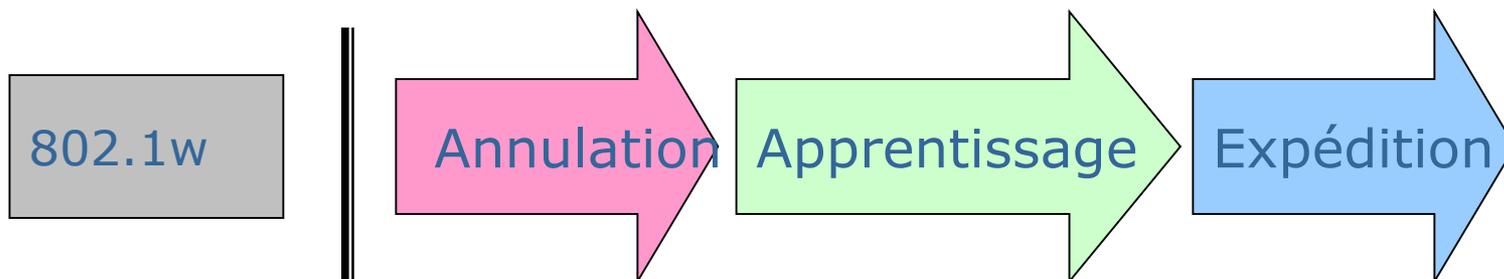
# Fonctionnement du RSTP

## Etats des Ports:

- En 802.1d, 4 différents états de port sont définis : le fait de bloquer, l'écoute, l'apprentissage et l'expédition.



- En 802.1W, 3 différents états de port sont définis : l'annulation, l'apprentissage et l'expédition.



# Fonctionnement du RSTP

- **Temps de convergence:**

STP, 802.1d: 30 sec.

RSTP, 802.1w: 2-3 sec.

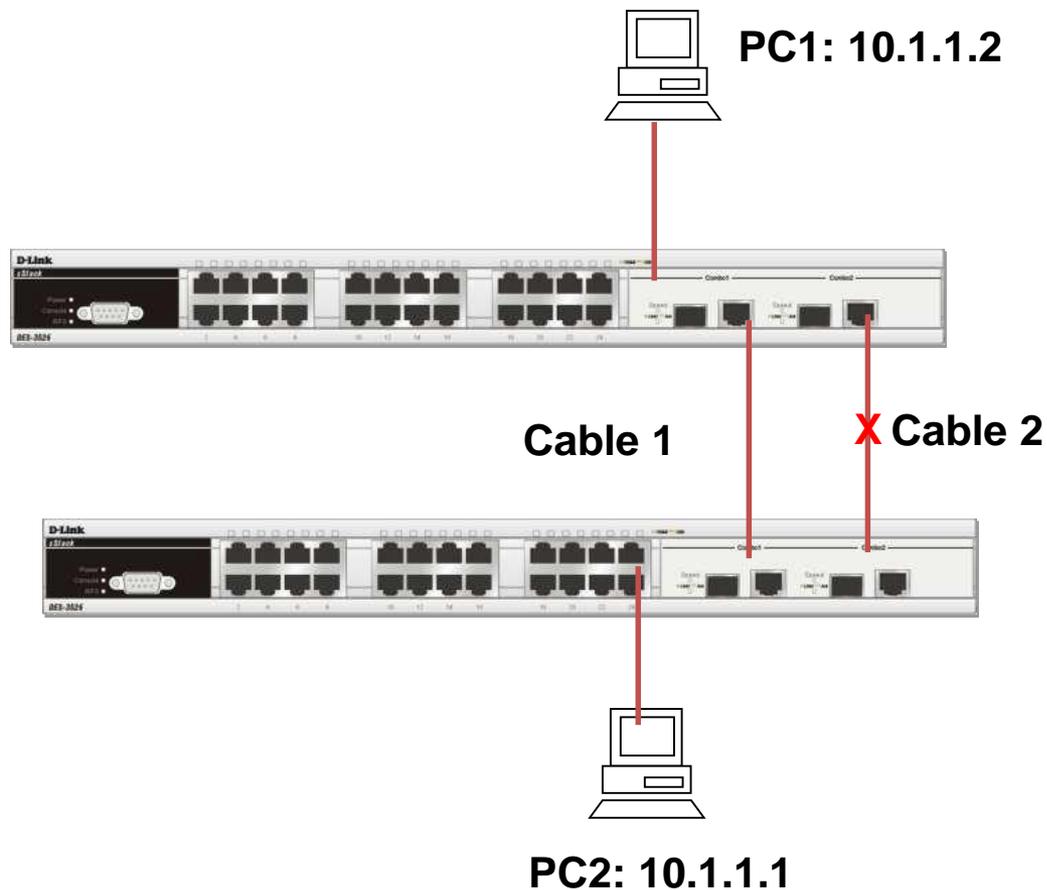
- **Nombres maximales de boucles:**

STP, 802.1d: 7 boucles

RSTP, 802.1w: 18 boucles

→ Le 802.1w est "retro-compatible" avec le 802.1d.  
Cependant, le bénéfice d'une convergence rapide sera perdu.

# Exemple de RSTP:



1. Activer le RSTP sur les deux Switches.
2. Lancer un Ping permanent entre le PC1 et le PC2.
3. Débranchez un des ports de liaisons.
4. Vérifiez le temps de convergence .

# Exemple de paramétrage du RSTP:

## DES-3528\_A:

```
config ipif System ipaddress 10.1.1.10/8
enable stp
config stp version rstp
```

# Set Switch A has lower priority value so that it will be the root bridge.

# default priority=32768.

```
config stp priority 4096 instance_id 1
config stp ports 1:5-1:24 edge true
```

## DES-3528\_B:

```
config ipif System ipaddress 10.1.1.11/8
enable stp
Config stp version rstp
config stp ports 1:5-1:24 edge true
```

### Vérification:

1. Le PC1 ping le PC2 et le PC2 ping le PC1.
2. On débranche le cable 2. Il y a une perte de ping entre les PCs avant la reconnection → le temps de Convergence est de 1~2 seconds.
3. On rebranche le cable 2.

# Résumé sur le RSTP:

- Il ne peut y avoir seulement qu'un « paramétrage » STP dans un réseau (c'est-à-dire qu'un arbre).
- Si des VLANS sont paramétrés, tous les VLANs partageront le **RSTP**. Cela signifie que tous les VLANs auront la même topologie logique, d'où une pauvre flexibilité.

→ **Solution** : le Protocole «**Multiple Spanning Tree** », **MSTP** (IEEE 802.1s)

# Fonctionnement du RSTP

- **Temps de convergence:**

STP, 802.1d: 30 sec.

RSTP, 802.1w: 2-3 sec.

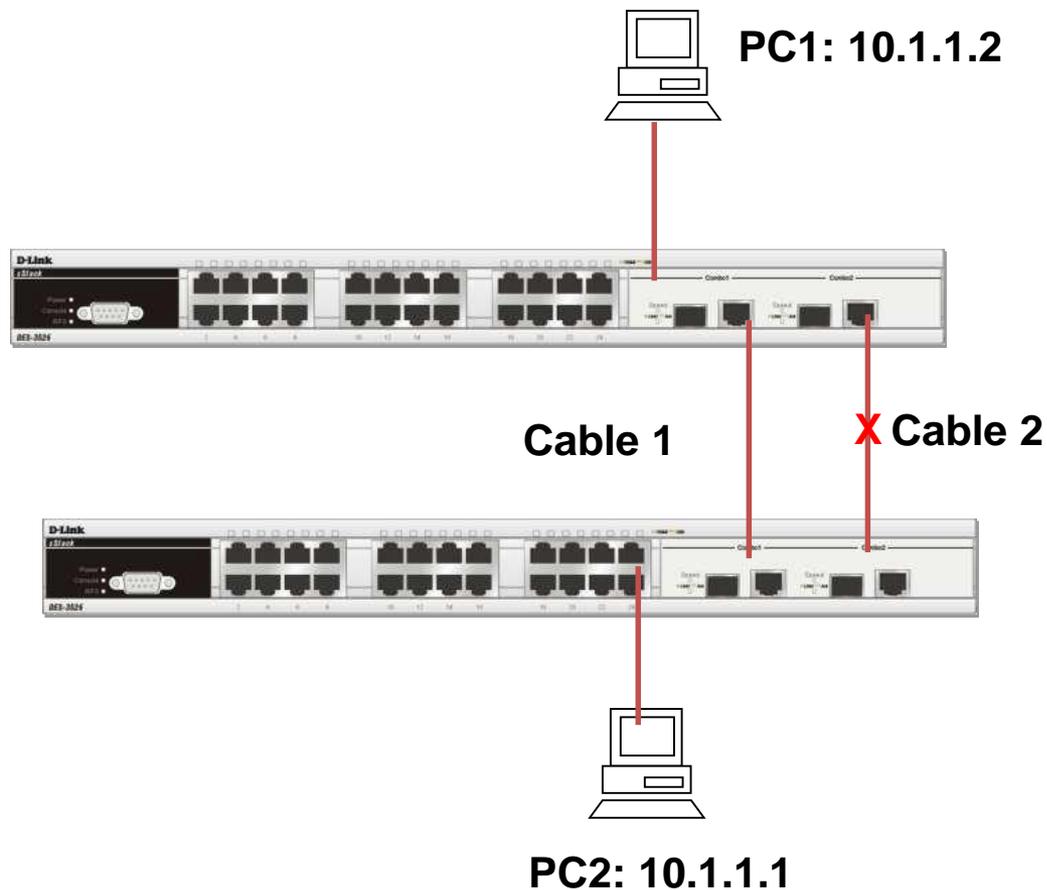
- **Nombres maximales de boucles:**

STP, 802.1d: 7 boucles

RSTP, 802.1w: 18 boucles

→ Le 802.1w est "retro-compatible" avec le 802.1d.  
Cependant, le bénéfice d'une convergence rapide sera perdu.

# Exemple de RSTP:



1. Activer le RSTP sur les deux Switches.
2. Lancer un Ping permanent entre le PC1 et le PC2.
3. Débranchez un des ports de liaisons.
4. Vérifiez le temps de convergence .

# Exemple de paramétrage du RSTP:

## DES-3528\_A:

```
config ipif System ipaddress 10.1.1.10/8
enable stp
config stp version rstp
```

# Set Switch A has lower priority value so that it will be the root bridge.

# default priority=32768.

```
config stp priority 4096 instance_id 1
config stp ports 1:5-1:24 edge true
```

## DES-3528\_B:

```
config ipif System ipaddress 10.1.1.11/8
enable stp
Config stp version rstp
config stp ports 1:5-1:24 edge true
```

### Vérification:

1. Le PC1 ping le PC2 et le PC2 ping le PC1.
2. On débranche le cable 2. Il y a une perte de ping entre les PCs avant la reconnection → le temps de Convergence est de 1~2 seconds.
3. On rebranche le cable 2.

# Résumé sur le RSTP:

- Il ne peut y avoir seulement qu'un « paramétrage » STP dans un réseau (c'est-à-dire qu'un arbre).
- Si des VLANS sont paramétrés, tous les VLANs partageront le **RSTP**. Cela signifie que tous les VLANs auront la même topologie logique, d'où une pauvre flexibilité.

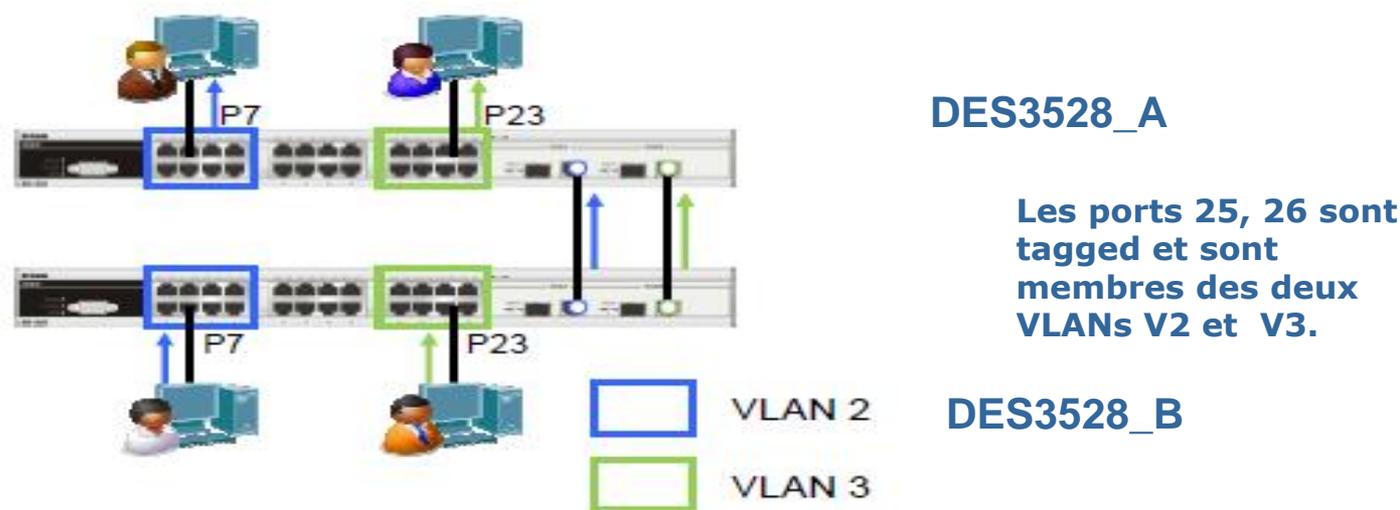
→ **Solution** : le Protocole «**Multiple Spanning Tree** », **MSTP** (IEEE 802.1s)



# Le Multiple Spanning Tree, 802.1s

# Pourquoi le MSTP ?

## Exemple: « Traffic Load Sharing »



**Objectif:** Partager le Trafic STP,

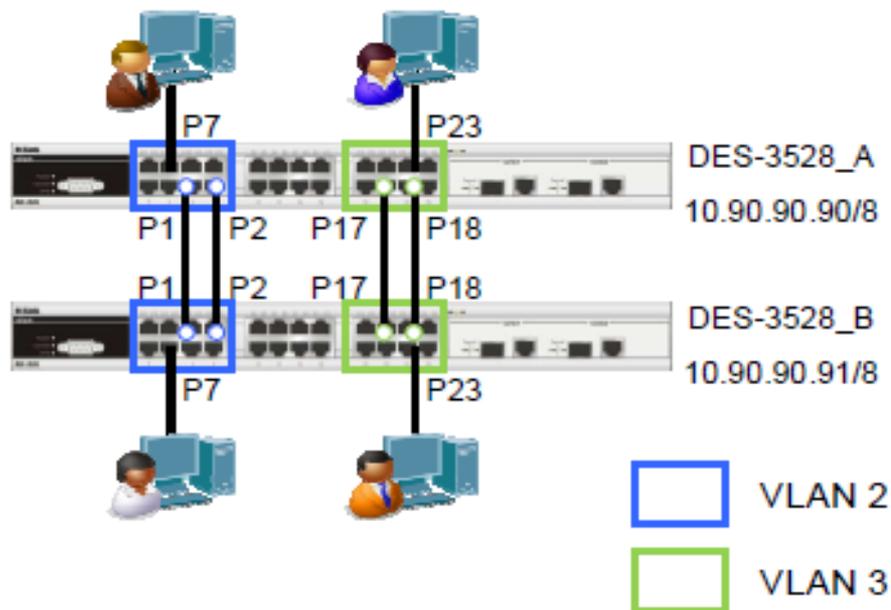
le VLAN2 a son propre STP avec le port 26 en principal et le port 25 en backup,

Et

le VLAN3 a son stp avec le port 25 en root et son backup en 26.

→ Si le lien en 26 tombe tou les Vlan passeront sur le port 25 et vis versa.

# Pourquoi le MSTP ?



**Objectif:** Chaque VLAN possède son propre "spanning tree".

Le RSTP ne peut pas fournir cette solution.

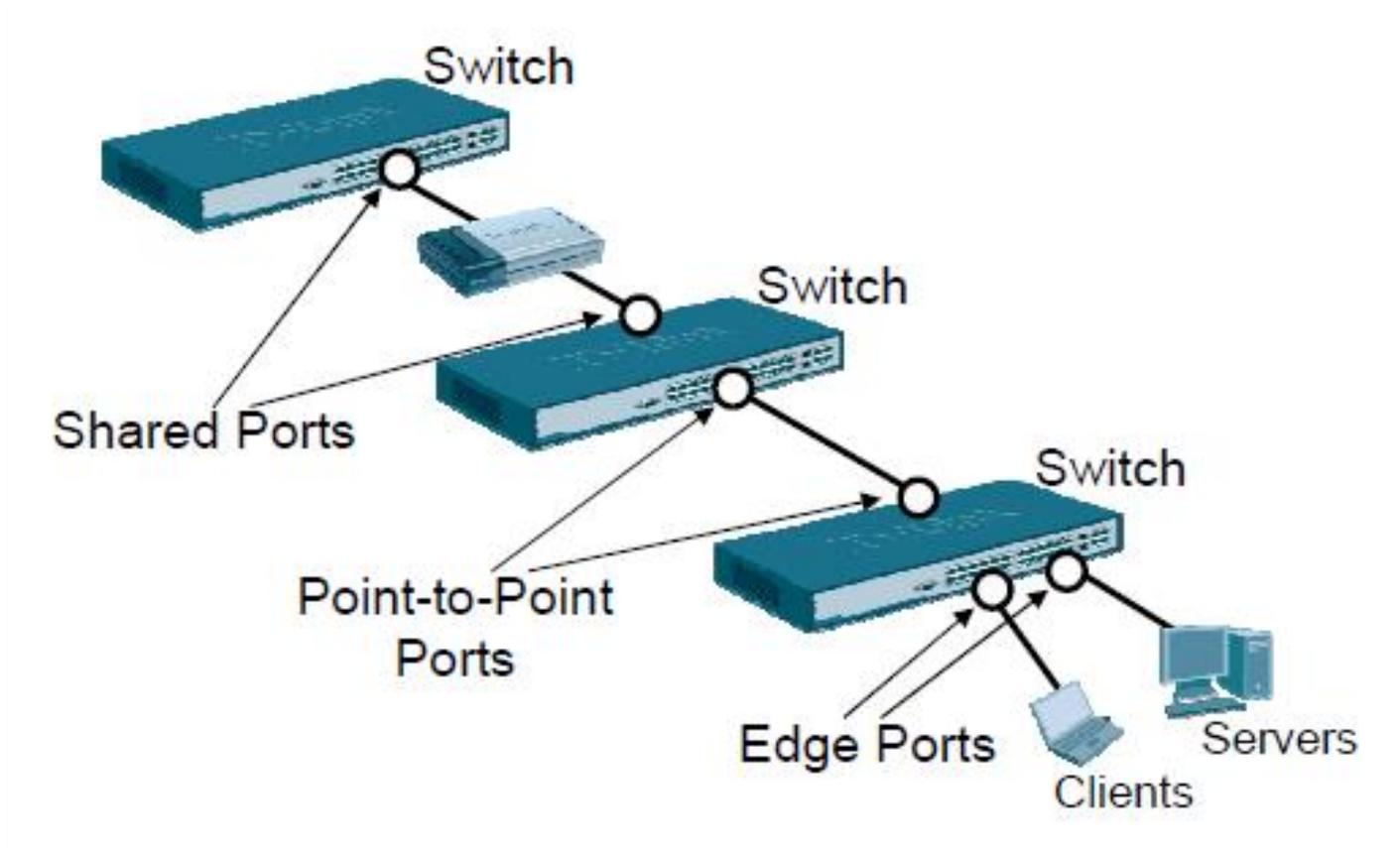
→ Le MSTP peut fournir un STP dédié pour chaque VLANs, soit un pour V2 comme un Pour V3 et pour tout les autres VLANs V2...

# Multiple Spanning Tree Protocol, MSTP

- Standardisé 802.1s par l' IEEE.
- Le MSTP permet la création de plusieurs liens redondants pour un réseau segmenté en VLAN 802.1q. Le MSTP peut fournir un STP dédié pour chaque VLAN.
- Il peut donc fournir un partage de charge du trafic.

# Multiple Spanning Tree Protocol, MSTP

Quel est la différence entre "Edge Port", "Share mode" et "Point-To-Point" ...



# Multiple Spanning Tree Protocol, MSTP

## Les différents états de transmission du BPDU selon les ports de connexions.

### 1. Edge Ports

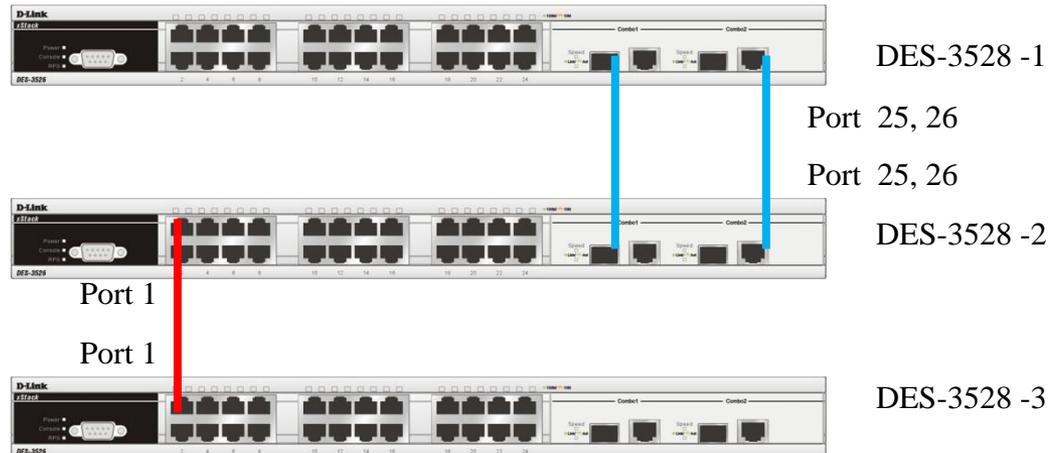
- Sur tous les **Edges ports** sont directement connectés une station finale.
- De ce fait, il ne peut pas y avoir de boucle de créée et ils ne transmettront pas de requêtes BPDU inutiles.

### 2. Type de Liens P2P ou shared.

- Un port en P2P pourra fonctionner en mode Full duplex.
- Le lien partagé (Shared) lui ne pourra fonctionner qu'en mode Half Duplex.

→ Une meilleure convergence fonctionnera donc en mode P2P.

# Exemple de filtrage du BPDU



## Pour les DES-3528 1, 2 et 3: Exemple de commandes

```
enable stp  
config stp ports 1-26 state enable  
config stp ports 1-24 edge true  
config stp ports 25-26 p2p true
```

## Pour le DES-3528 - 2 : Exemple de commandes :

```
config stp ports 1 state disable  
config stp ports 1 fbpdu disable
```



# Aperçu de l'interface WEB

# STP, RSTP et le MSTP avec le DGS-3120:

The screenshot displays the web management interface for a D-Link DGS-3120-24TC Gigabit Ethernet Switch. The interface is divided into several sections:

- Header:** D-Link logo with the tagline "Building Networks for People".
- Physical Port Diagram:** A top panel showing the physical layout of the switch, including ports 1-24, console ports, and a stack ID selector.
- Navigation Menu:** A tree view on the left side containing categories like System Configuration, Management, L2 Features (including VLAN, QinQ, Layer 2 Protocol Tunneling Settings, Spanning Tree, Link Aggregation, FDB, L2 Multicast Control, Multicast Filtering, ERPS Settings, LLDP, and NLB FDB Settings), L3 Features, QoS, ACL, Security, Network Application, OAM, and Monitoring.
- Device Information Panel:** A central panel titled "Device Information" containing the following data:

|                   |                                       |                     |                                    |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Device Type       | DGS-3120-24TC Gigabit Ethernet Switch | MAC Address         | 70-62-B8-3E-3B-60                  |
| System Name       |                                       | IP Address          | 10.90.90.90 (Static)               |
| System Location   |                                       | Mask                | 255.0.0.0                          |
| System Contact    |                                       | Gateway             | 0.0.0.0                            |
| Boot PROM Version | Build 3.00.501                        | Management VLAN     | default                            |
| Firmware Version  | Build 4.00.015                        | Login Timeout (min) | 10                                 |
| Hardware Version  | B1                                    | System Time         | 08/12/2014 03:57:49 (System Clock) |
| Serial Number     | PVT64E5000...                         | Firmware Type       | EI                                 |
- Device Status and Quick Configurations Panel:** A table below the device information showing the status of various features and links to their configuration pages. A red arrow points to the "Spanning Tree" row.

| Device Status and Quick Configurations |                  |                          |                         |          |                          |
|--|------------------|--------------------------|-------------------------|----------|--------------------------|
| SNTP                                   | Disabled         | <a href="#">Settings</a> | Jumbo Frame             | Disabled | <a href="#">Settings</a> |
| Spanning Tree                          | Disabled         | <a href="#">Settings</a> | MLD Snooping            | Disabled | <a href="#">Settings</a> |
| SNMP                                   | Disabled         | <a href="#">Settings</a> | IGMP Snooping           | Disabled | <a href="#">Settings</a> |
| Safeguard Engine                       | Disabled         | <a href="#">Settings</a> | MAC Notification        | Disabled | <a href="#">Settings</a> |
| System Log                             | Disabled         | <a href="#">Settings</a> | 802.1X                  | Disabled | <a href="#">Settings</a> |
| SSL                                    | Disabled         | <a href="#">Settings</a> | SSH                     | Disabled | <a href="#">Settings</a> |
| GVRP                                   | Disabled         | <a href="#">Settings</a> | Port Mirror             | Disabled | <a href="#">Settings</a> |
| Password Encryption                    | Enabled          | <a href="#">Settings</a> | Single IP Management    | Enabled  | <a href="#">Settings</a> |
| Telnet                                 | Enabled (TCP 23) | <a href="#">Settings</a> | CLI Paging              | Enabled  | <a href="#">Settings</a> |
| Web                                    | Enabled (TCP 80) | <a href="#">Settings</a> | HOL Blocking Prevention | Enabled  | <a href="#">Settings</a> |
| VLAN Trunk                             | Disabled         | <a href="#">Settings</a> | DHCP Relay              | Disabled | <a href="#">Settings</a> |
| DNS Resolver                           | Disabled         | <a href="#">Settings</a> |                         |          |                          |

# STP, RSTP et le MSTP avec le DGS-3120:

The screenshot displays the web management interface for a D-Link DGS-3120-24TC switch. The top header includes the D-Link logo and the slogan "Building Networks for People". Below the header, there is a status bar showing "DGS-3120-24TC" and "Stack ID 1". The main content area is titled "STP Bridge Global Settings" and contains the following configuration options:

- STP Global Settings**
  - STP State:  Enabled  Disabled
  - STP New Root Trap:  Enabled  Disabled
  - STP Topology Change Trap:  Enabled  Disabled
- STP Version**: RSTP (selected from a dropdown menu)
- Forwarding BPDU**: Disabled
- Bridge Max Age (6-40)**: 20 sec
- Bridge Hello Time (1-2)**: 2 sec
- Bridge Forward Delay (4-30)**: 15 sec
- TX Hold Count (1-10)**: 6 times
- Max Hops (6-40)**: 20 times
- NNI BPDU Address**: Dot1d

Red arrows highlight the "STP Bridge Global Settings" menu item in the left sidebar, the "STP Global Settings" section title, the "Apply" button for the STP State settings, and the "RSTP" option in the STP Version dropdown menu. A small inset window shows the dropdown menu options: STP, RSTP, MSTP, and Disabled.

# STP, RSTP et le MSTP avec le DGS-3120:

The screenshot shows the D-Link web management interface for a DGS-3120-24TC switch. The left sidebar contains a navigation tree with 'STP Port Settings' highlighted. The main content area displays the 'STP Port Settings' configuration for Unit 1. A table lists settings for ports 2 through 13, and a legend explains the 'Port field' notation (M for Trunk Master, T for Trunk Member).

**STP Port Settings**

Unit: 1 From Port: 01 To Port: 01

External Cost (0 = Auto): 0 Migrate: Yes Edge: False

P2P: Auto Port STP: Enabled Restricted Role: False

Restricted TCN: False Forward BPDU: Disabled

| Port | External Cost | Edge     | P2P      | Port STP | Restricted Role | Restricted TCN | Forward BPDU | Hello Time | abled | 2/2 |
|------|---------------|----------|----------|----------|-----------------|----------------|--------------|------------|-------|-----|
| 2    | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   | ▲   |
| 3    | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 4    | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 5    | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 6    | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 7    | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 8    | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 9    | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 10   | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 11   | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |
| 12   | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   | ▼   |
| 13   | Auto/20000    | False/No | Auto/Yes | Enabled  | False           | False          | False        | Disabled   | 2/2   |     |

Port field: M = Trunk Master; T = Trunk Member  
External Cost, Edge, P2P and Hello Time fields:  
Value1/Value2 (Value1 = Configured value; Value2 = Actual value)

# STP, RSTP et le MSTP avec le DGS-3120:

The screenshot displays the web management interface for a D-Link DGS-3120-24TC switch. The top navigation bar includes 'Save', 'Tools', and 'Stack ID 1'. The left sidebar shows a tree view of configuration options, with 'STP Instance Settings' selected under the 'Spanning Tree' section. The main content area is titled 'STP Instance Settings' and features a 'Safeguard' icon. Under 'STP Priority Settings', the 'MSTI ID' is set to 1 and the 'Priority' is set to 0. A table below shows 'Total Entries: 1' with columns for Instance Type, Instance Status, Instance Priority, and Instance ID (32768, SYS ID Ext: 0). The 'STP Instance Operational Status' table lists various parameters such as MSTP ID, External Root Cost, Internal Root Cost, Root Port, Forward Delay, Last Topology Change, Designated Root Bridge, Regional Root Bridge, Designated Bridge, Max Age, Remaining Hops, and Topology Changes Count. A dropdown menu for 'Priority' is open, showing a list of values: 0, 4096, 8192, 12288, 16384, 20480, 24576, 28672, 32768, 36864, 40960, 45056, 49152, 53248, 57344, and 61440. A red arrow points to the '0' value in the dropdown.

# Conclusion:

- La mise en place du « **Spanning tree** » est choisi et contrôlé.
- Il ne suffit pas d'activer ce mode **mais impose** à l'administrateur d'effectuer du paramétrage.
- Un paramétrage Mal pensé peut engendrer un réseau complètement instable.
- Le « **Spanning Tree** » n'est pas un protocole à utiliser pour la gestion de boucles intempestives, mais pour créer et assurer une tolérance de panne par le biais de liens de secours,

# Merci

