ConneXium

Commutateur TCSESM, TCSESM-E avec fonctionnalité d'administration
Manuel d'utilisation Configuration de redondance

31007127.05

www.schneider-electric.com

Schneider Electric

Le présent document comprend des descriptions générales et/ou des caractéristiques techniques des produits mentionnés. Il ne peut pas être utilisé pour définir ou déterminer l'adéquation ou la fiabilité de ces produits pour des applications utilisateur spécifiques. Il incombe à chaque utilisateur ou intégrateur de réaliser l'analyse de risques complète et appropriée, l'évaluation et le test des produits pour ce qui est de l'application à utiliser et de l'exécution de cette application. Ni la société Schneider Electric ni aucune de ses sociétés affiliées ou filiales ne peuvent être tenues pour responsables de la mauvaise utilisation des informations contenues dans le présent document. Si vous avez des suggestions, des améliorations ou des corrections à apporter à cette publication, veuillez nous en informer.

Vous acceptez de ne pas reproduire, excepté pour votre propre usage à titre non commercial, tout ou partie de ce document et sur quelque support que ce soit sans l'accord écrit de Schneider Electric . Vous acceptez également de ne pas créer de liens hypertextes vers ce document ou son contenu. Schneider Electric ne concède aucun droit ni licence pour l'utilisation personnelle et non commerciale du document ou de son contenu, sinon une licence non exclusive pour une consultation « en l'état », à vos propres risques. Tous les autres droits sont réservés. Le manuel est mis à disposition « tel quel », l'utilisation s'effectue à vos propres risques. Tous les autres droits sont réservés.

Toutes les réglementations locales, régionales et nationales pertinentes doivent être respectées lors de l'installation et de l'utilisation de ce produit. Pour des raisons de sécurité et afin de garantir la conformité aux données système documentées, seul le fabricant est habilité à effectuer des réparations sur les composants.

Lorsque des équipements sont utilisés pour des applications présentant des exigences techniques de sécurité, suivez les instructions appropriées.

L'utilisation d'autres logiciels que celui propre à Schneider Electric ou l'un des logiciel approuvés par Schneider Electric en association avec les produits matériel de Schneider Electric peut entraîner des blessures, des dommages ou un fonctionnement inadéquat.

Le non-respect de cette consigne peut entraîner des lésions corporelles ou des dommages matériels.

Sommaire

Consignes de sécurité 5

A propos de ce manuel 7

Légende 10

1 Introduction 13

1.1 Vue d'ensemble des topologies de redondance 14

1.2 Vue d'ensemble des procédés de redondance 16

2 Redondance en anneau 17

2.1 Exemple pour l'anneau HIPER 20
2.1.1 Réglage et configuration d'un anneau HIPER 22

2.2 Exemple pour l'anneau MRP 27

2.3 Exemple pour anneau Fast HIPER (TCSESM-E) 34

2.4 Exemple d'anneau HIPER avec câbles non croisés 40

3 Anneaux multiples 43

3.1 Sous-anneau 44
3.1.1 Description du sous-anneau 44
3.1.2 Exemple de sous-anneau 48
3.1.3 Configuration de l'exemple de sous-anneau 51

4 Couplage en anneau/réseau 57

4.1 Variantes du couplage en anneau/réseau 58

4.2 Préparation du couplage en anneau/réseau 60
4.2.1 Commutateur VEILLE 60
4.2.2 Couplage un commutateur 64
4.2.3 Couplage deux commutateurs 71
4.2.4 Couplage deux commutateurs avec ligne de commande 80

5 Spanning Tree 89

5.1 Le protocole Spanning Tree 91

5.1.1 Tâches du STP 91
5.1.2 Paramètres du pont 92
5.1.3 Identification de pont (Bridge Identifier) 92
5.1.4 Coûts de chemin racine 93
5.1.5 Identification de port 95

5.2 Règles pour la création de la structure arborescente 96
5.2.1 Information de pont 96
5.2.2 Etablissement de la structure arborescente 96

5.3 Exemple de définition du chemin racine 99

5.4 Exemple de manipulation du chemin racine 101

5.5 Exemple de manipulation de la structure arborescente 103

5.6 Le protocole Rapid Spanning Tree 104
5.6.1 Rôles des ports 104
5.6.2 Statuts de port 106
5.6.3 Spanning Tree Priority Vector 107
5.6.4 Reconfiguration rapide 108
5.6.5 Configuration du Rapid Spanning Tree 109

5.7 Combiner RSTP et MRP 119
5.7.1 Exemple d'application de la combinaison de RSTP et MRP 121

5.8 Dual RSTP (TCSESM-E) 124
5.8.1 Introduction 124
5.8.2 Couplage des instances Dual RSTP 125
5.8.3 Topologies et configuration 128
5.8.4 Exemple d'utilisation de Dual RSTP 134

A Index 147

Consignes de sécurité

Informations importantes

AVIS : veuillez lire soigneusement ces consignes et examiner l'appareil afin de vous familiariser avec lui avant son installation, son fonctionnement ou son entretien. Les messages particuliers qui suivent peuvent apparaître dans la documentation ou sur l'appareil. Ils vous avertissent de dangers potentiels ou attirent votre attention sur des informations susceptibles de clarifier ou de simplifier une procédure.

Quand ce symbole accompagne une étiquette d'avertissement, cela signifie qu'il existe un risque d'électrocution et que le non-respect de cette consigne peut causer des blessures.

Ce symbole est un symbole d'avertissement général. Il attire votre attention sur le risque de blessures. Respectez les consignes accompagnant ce symbole afin d'éviter toute blessure ou accident mortel.

! DANGER

DANGER indique une situation immédiatement dangereuse qui, si elle n'est pas évitée, **entraînera** la mort ou des blessures graves.

⚠ AVERTISSEMENT

L'indication **ADVERTISSEMENT** signale une situation potentiellement dangereuse et susceptible **d'entraîner** la mort ou des blessures graves.

⚠ ATTENTION

L'indication **ATTENTION** signale une situation potentiellement dangereuse et susceptible **d'entraîner** des blessures d'ampleur mineure à modérée.

REMARQUE IMPORTANTE : les équipements électriques doivent être installés, exploités et entretenus par un personnel d'entretien qualifié. Schneider Electric n'assume aucune responsabilité des conséquences éventuelles découlant de l'utilisation de cette documentation.
© 2018 Schneider Electric. Tous droits réservés.

A propos de ce manuel

Champ d'application
Les données et illustrations fournies dans cette documentation ne sont pas contractuelles. Nous nous réservons le droit de modifier nos produits conformément à notre politique de développement permanent. Les informations présentes dans ce document peuvent faire l'objet de modifications sans préavis et ne doivent pas être interprétées comme un engagement de la part de Schneider Electric.

Information spécifique au produit
Schneider Electric ne saurait être tenu responsable des erreurs pouvant figurer dans le présent document. Si vous avez des suggestions, des améliorations ou des corrections à apporter à cette publication, veuillez nous en informer.

Aucune partie de ce document ne peut être reproduite sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique, mécanique ou photocopie, sans autorisation préalable de Schneider Electric.

Toutes les règles de sécurité nationales, régionales et locales doivent être respectées lors de l'installation et de l'utilisation de ce produit. Pour des raisons de sécurité et pour garantir la conformité avec les données du système décrit, seul le constructeur devrait effectuer des réparations sur les composants.

Lorsque les périphériques sont utilisés pour des applications présentant des exigences de sécurité technique, suivez les instructions appropriées.

La non utilisation du logiciel Schneider Electric ou du logiciel approuvé avec nos produits peut entraîner un fonctionnement incorrect.

Le non-respect de cet avertissement relatif au produit peut entraîner des blessures ou des dommages matériels.

Commentaires utilisateur
Vos commentaires et remarques sont toujours les bienvenus. Pour cela, il suffit de nous envoyer un e-mail à l'adresse suivante : techpub@schneider-electric.com

Document consulter

Titre	Numéro de référence
ConneXium TCSESM, TCSESM-E : commutateur avec fonctionnalité d'administrateur Manuel de configuration de redondance	31007127
ConneXium TCSESM, TCSESM-E : commutateur avec fonctionnalité d'administrateur Manuel de configuration de base	31007123
ConneXium TCSESM, TCSESM-E : commutateur avec fonctionnalité d'administration Manuel de référence Interface de ligne de commande (anglais)	31007130
ConneXium TCSESM, TCSESM-E : commutateur avec fonctionnalité d'administration Manuel de référence Interface Web	EIO0000000483
ConneXium TCSESM : commutateur avec fonctionnalité d'administrateur Manuel d'installation	31007119
ConneXium TCSESM-E : commutateur étendu avec fonctionnalité d'administrateur Manuel d'installation	EIO0000000530

Commentaire : vous trouverez le glossaire dans le manuel de référence intitulé « Interface de ligne de commande ».

Le document « Manuel d'utilisation Configuration de la redondance » contient les informations dont vous avez besoin pour sélectionner le procédé de redondance approprié et sa configuration.

Le manuel d'utilisation « Configuration de base » contient les informations dont vous avez besoin pour la mise en service de l'équipement. Il vous guide pas à pas de la première mise en service jusqu'aux réglages fondamentaux pour un fonctionnement approprié de votre environnement.

Le manuel d'utilisation « Installation » contient une description de l'équipement, des consignes de sécurité, une description de l'affichage et toutes les informations dont vous avez besoin pour installer l'équipement avant de le configurer.

Le manuel de référence « Interface Web » contient des informations détaillées sur l'utilisation des différentes fonctions de l'équipement à l'aide de l'interface Web.

Le manuel de référence « Interface de ligne de commande » contient des informations détaillées sur l'utilisation des différentes fonctions de l'équipement à l'aide de l'interface de ligne de commande.

Légende

Le tableau ci-dessous décrit les conventions utilisées dans ce manuel :

▶	Enumération
☐	Etape de travail
■	Sous-titre
Link	Lien hypertexte
Commentaire	Une remarque souligne une information importante ou attire votre attention sur une dépendance.
`Courier`	Représentation ASCII de l'interface utilisateur

Exécution dans l'interface utilisateur basée Web

Exécution dans l'interface utilisateur Command Line Interface (interface de ligne de commande)

Symboles utilisés :

	Point d'accès WLAN
	Routeur avec pare-feu
	Commutateur avec pare-feu
	Router

	Commutateur
	Pont
	Concentrateur
	Ordinateur quelconque
	Ordinateur de configuration
	Serveur
	API - Automate programmable industriel
	Robot E/S

1 Introduction

L'équipement comprend de nombreuses fonctions de redondance :

- Redondance d'anneau HIPER-Ring
- Anneau MRP
- Anneau Fast HIPER (TCSESM-E)
- Sous-anneau (TCSESM-E)
- Couplage en anneau/réseau
- Algorithme Rapid Spanning Tree (RSTP)
- Algorithme Dual Rapid Spanning Tree (Dual RSTP, DRSTP)

1.1 Vue d'ensemble des topologies de redondance

Pour créer une redondance sur la couche 2 d'un réseau, veuillez d'abord déterminer quelle est la topologie réseau que vous nécessitez. En fonction de la topologie réseau choisie, sélectionnez ensuite un protocole de redondance parmi ceux compatibles avec cette topologie réseau.

Les topologies suivantes sont possibles :

Topologie réseau	Procédés de redondance possibles	Remarques
Arborescence sans boucles (sans cycles)	Possible uniquement en relation avec formation physique de boucle	-
Topologie avec 1 boucle	RSTP, redondance en anneau	Les procédés de redondance en anneau (anneau HIPER, anneau Fast HIPER ou MRP) offrent des temps de commutation plus courts que RSTP.
Topologie avec 2 boucles	RSTP, redondance en anneau, sous-anneau (TCSESM-E)	Redondance en anneau : un anneau de base avec un sous-anneau ou un anneau MRP avec anneau RSTP.
Topologie avec 3 boucles non imbriquées	RSTP, redondance en anneau, sous-anneau (TCSESM-E), Dual RSTP	Dual RSTP apporte un soutien particulier dans les cas de couplage redondant d'un anneau RSTP ou d'un anneau redondant avec un autre anneau RSTP.
Topologie avec boucles imbriquées	RSTP, sous-anneau (TCSESM-E), couplage en anneau, Dual RSTP	Le couplage en anneau et Dual RSTP couplent uniquement des anneaux non imbriqués ; ces derniers peuvent cependant coupler des sous-anneaux locaux.

Tableau 1 : Vue d'ensemble des topologies de redondance

Le protocole de redondance en anneau MRP possède des propriétés particulières :

- Vous avez la possibilité d'imbriquer des anneaux MRP. Un anneau couplé est appelé sous-anneau (voir page 44 »Sous-anneau«).
- Vous pouvez coupler avec les anneaux MRP d'autres structures en anneau qui utilisent RSTP (voir page 119 »Combiner RSTP et MRP«).

Le protocole Dual RSTP (pour l'équipement TCSESM-E) possède des propriétés particulières :

- Vous avez la possibilité de coupler 2 anneaux RSTP de manière redondante, les deux anneaux fonctionnant avec des instances RSTP indépendantes. De cette manière, vous pouvez minimiser le temps de reconfiguration même dans les réseaux de couche 2 étendus lorsque des composants réseaux ne sont plus en état de fonctionner (voir page 124 »Dual RSTP (TCSESM-E)«).
- Vous avez la possibilité d'utiliser l'anneau primaire avec un protocole de redondance d'anneau au lieu de l'utiliser avec RSTP et de coupler à l'anneau primaire Dual RSTP d'autres structures d'anneau fonctionnant avec RSTP (voir page 129 »Configuration de l'anneau primaire«).

1.2 Vue d'ensemble des procédés de redondance

Procédés de redondance	Topologie réseau	Temps de commutation
RSTP	quelconque structure	typ. < 1 s (STP < 30 s) jusqu'à < 30 s - dépend considérablement du nombre d'équipements
	Commentaire : jusqu'à 79 équipements possibles, selon la topologie et la configuration. En cas d'utilisation des valeurs par défaut (réglages d'usine), jusqu'à 39 équipements possibles selon la topologie (voir page 89 »Spanning Tree«).	
Dual RSTP	Couplage de 2 anneaux RSTP via 2 ponts partenaire	typ. ### ms, jusqu'à < 50 ms - dépend du nombre d'équipements se trouvant dans un anneau.
Anneau HIPER	anneau	typ. 80 ms, jusqu'à < 500 ms ou < 300 ms (au choix) - ne dépend quasiment pas du nombre d'équipements.
Anneau MRP	anneau	typ. 80 ms, jusqu'à < 500 ms ou < 200 ms (au choix) - ne dépend quasiment pas du nombre d'équipements.
	Commentaire : en cas de combinaison avec RSTP en mode de compatibilité MRP, jusqu'à 39 équipements possibles selon la configuration. En cas d'utilisation des valeurs par défaut (réglages d'usine) pour RSTP, jusqu'à 19 équipements possibles (voir page 89 »Spanning Tree«).	
Anneau Fast HIPER (TCESM-E)	anneau	< 25 ms avec 50 équipements dans l'anneau.
Sous-anneau (TCSESM-E)	Segment d'anneau couplé à un anneau de base	typ. 80 ms, jusqu'à < 500 ms ou < 200 ms (au choix) - ne dépend quasiment pas du nombre d'équipements.

Tableau 2 : Comparaison des procédés de redondance

Commentaire : Si vous utilisez une fonction de redondance, veuillez désactiver le contrôle des flux sur les ports impliqués. Etat à la livraison : contrôle des flux désactivé globalement et activé sur tous les ports.
En cas d'activité simultanée du contrôle des flux et de la fonction de redondance, il se peut que la redondance ne fonctionne pas comme prévu.

2 Redondance en anneau

Le concept de redondance en anneau permet d'établir des structures réseau annulaires et hautement disponibles.
A l'aide de la fonction RM (**R**ing **M**anager), vous pouvez fermer les deux extrémités d'un backbone en structure linéaire en un anneau redondant. Le gestionnaire d'anneau maintient la section redondante ouverte tant que la structure linéaire est intacte. En cas de défaillance d'un segment, le gestionnaire d'anneau ferme immédiatement la section redondante et la structure linéaire est de nouveau intacte.

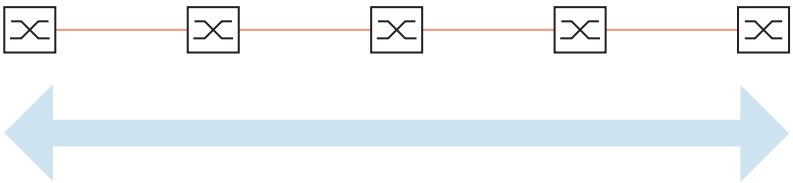

Figure 1 : Structure linéaire

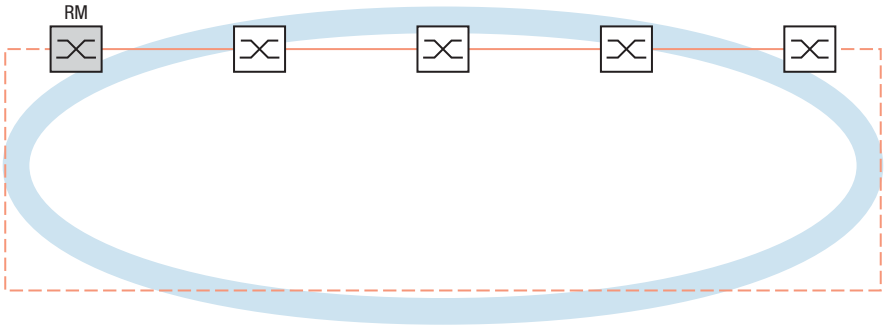

Figure 2 : Structure en annneau redondante
RM = Ring Manager
—— Ligne principale
- - - Ligne redondante

En cas de défaillance d'une section de ligne, la structure en anneau d'un

- anneau HIPER (**HI**GH **PE**RFORMANCE **R**EDUNDANCY) avec 50 équipements max. se transforme à nouveau en structure linéaire en 80 ms (réglable : Standard/Accelerated) en règle générale.
- anneau MRP (**M**edia **R**edundancy **P**rotocol) (IEC 62439) avec 50 équipements max. se transforme à nouveau en une structure linéaire en 80 ms (réglable, max. 200 ms/500 ms) en règle générale.
- anneau Fast HIPER avec 5 équipements max. se transforme à nouveau en une structure linéaire en 5 ms (max. 10 ms) en règle générale. En cas d'utilisation d'un nombre plus important d'équipements, la durée de reconfiguration augmente.

Conditions préalables des équipements à l'utilisation de la fonction d'anneau HIPER :

- Vous pouvez utiliser une combinaison quelconque des équipements suivants au sein d'un anneau HIPER :
  - TCSESM
  - TCSESM-E

- Au sein d'un anneau MRP, vous pouvez utiliser des équipements compatibles avec le protocole MRP selon IEC 62439.
  - TCSESM
  - TCSESM-E
- Au sein d'un anneau Fast HIPER, vous pouvez utiliser l'équipement suivant :
  - TCSESM-E

Commentaire : Vous ne pouvez activer qu'une seule méthode de redondance en anneau à la fois sur un équipement. Lors du passage à une autre méthode de redondance en anneau, désactivez la fonction.

Commentaire : l'emploi ci-après du terme « Gestionnaire d'anneau » à la place de « Gestionnaire de redondance » permet de mieux comprendre la fonction.

2.1 Exemple pour l'anneau HIPER

Un réseau comprend un backbone en structure linéaire avec 3 équipements. Pour accroître la fiabilité du backbone, vous avez décidé de convertir la structure linéaire en un anneau HIPER. Comme ports de raccordement des sections de connexion, vous utilisez les ports 1.1 et 1.2 des équipements[1]

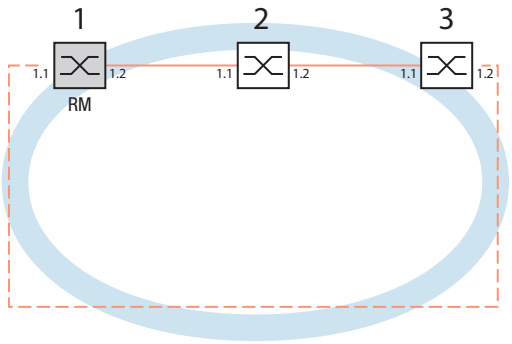

Figure 3 : Exemple pour l'annneau HIPER
RM = Ring Manager
—— Ligne principale
- - - Ligne redondante

1. Sur les équipements modulaires, le chiffre 1. de désignation de port correspond à la désignation du module et le chiffre 2. au port du module. Même pour les équipements non modulaires, le schéma de désignation 1.x est appliqué afin d'assurer la consistance.

L'exemple suivant de configuration décrit la configuration de l'équipement de gestionnaire d'anneau (1). Les deux autres équipements (2 à 3) se configurent de la même manière sans activation cependant de la fonction de gestionnaire d'anneau. Sélectionnez « Standard » comme valeur de reconfiguration d'anneau ou laissez le champ vide.

Commentaire : parallèlement à la configuration de l'anneau HIPER par logiciel, vous pouvez également procéder à certains réglages sur les équipements à l'aide des commutateurs DIP dans le cas de l'équipement TCSESM. Un commutateur DIP vous permet également de déterminer si la configuration par commutateur DIP ou par logiciel doit être prioritaire. L'état de livraison est « Software Configuration » (configuration par logiciel). Vous trouverez une description détaillée des commutateurs DIP dans le manuel « Guide d'installation ».

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE D'ANNEAU

Afin d'éviter les boucles pendant la configuration, configurez tous les équipements de l'anneau HIPER individuellement. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements de l'anneau HIPER soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

2.1.1 Réglage et configuration d'un anneau HIPER

☐ Etablissez le réseau selon vos besoins.
☐ Configurez tous les ports de sorte que la vitesse de transmission et les réglages duplex des sections correspondent au tableau suivant :

Débit binaire	100 Mbit/s	1000 Mbit/s
Autonegociation (configuration automatique)	off	on
Port	on	on
Duplex	intégral	–

Tableau 3 : Réglages des ports d'anneau

Commentaire : lors de l'activation de la fonction d'anneau HIPER à l'aide du logiciel ou du commutateur DIP, l'équipement définit les réglages correspondants pour les ports d'anneau prédéfinis dans le tableau de configuration (vitesse de transmission et mode). Si la fonction anneau HIPER est désactivée, les ports qui sont à nouveau transformés en ports normaux conservent les réglages du port d'anneau. Quelle que soit la position du commutateur DIP, vous pouvez toujours modifier les réglages du port à l'aide du logiciel.

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Ring Redundancy`.
☐ Sous « Version », sélectionnez `HIPER Ring`.
☐ Indiquez les ports d'anneau 1 et 2 souhaités en procédant aux entrées correspondantes dans les champs module et port. S'il n'est pas possible d'entrer un module, cela signifie que l'équipement ne dispose que d'un seul module appliqué par défaut.

Affichage dans le champ « Operation » :
– `active` : vous avez activé ce port et ce dernier possède un lien.
– `inactive` : vous avez désactivé ce port ou ce dernier n'a pas de lien.

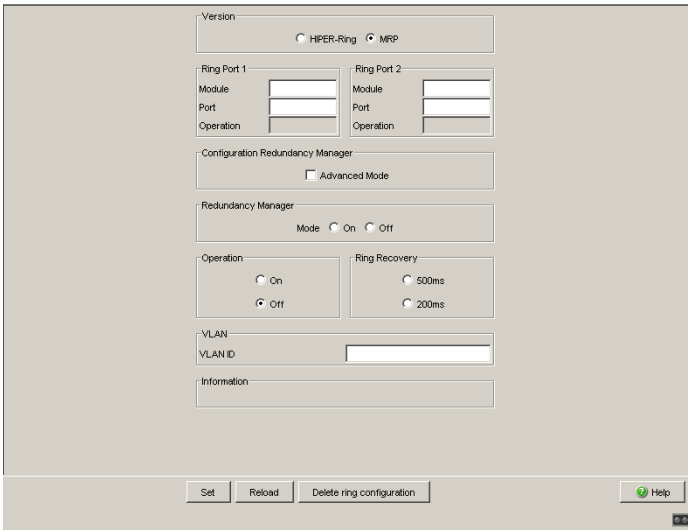

Figure 4 : Boîte de dialogue Redondance en anneau (TCSESM)

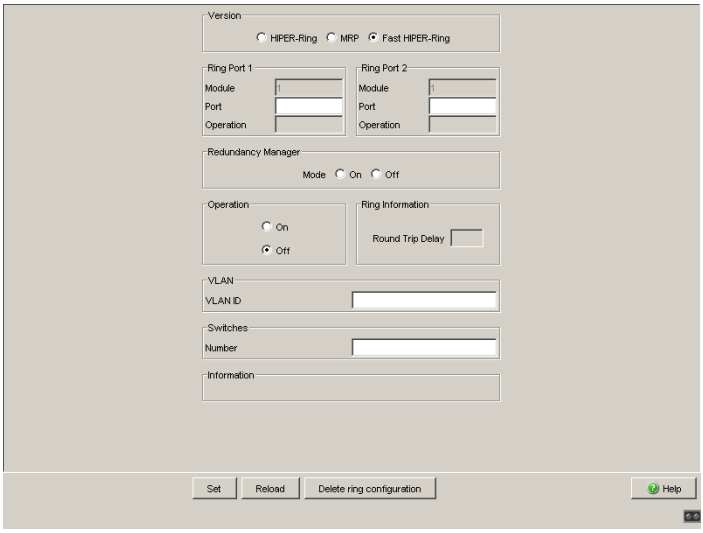

Figure 5 : Boîte de dialogue Redondance en anneau (TCSESM-E)

☐ Activez le gestionnaire d'anneau pour cet équipement. N'activez le gestionnaire d'anneau dans l'anneau HIPER pour aucun autre équipement.

☐ Sélectionnez la valeur « Standard » (par défaut) dans le cadre « Ring Recovery ».

Commentaire : les réglages dans le cadre « Ring Recovery » sont uniquement effectifs sur les équipements que vous avez configurés comme gestionnaires d'anneau.

☐ Cliquez sur « Write » pour enregistrer temporairement l'entrée dans la configuration.

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.
`hiper-ring mode ring-manager`	Sélectionne la redondance en anneau HIPER et définit l'équipement comme gestionnaire d'anneau.
`Switch's HIPER Ring mode set to ring-manager`	
`hiper-ring port primary 1/1`	Définit le port 1 dans le module 1 comme port d'anneau 1.
`HIPER Ring primary port set to 1/1`	
`hiper-ring port secondary 1/2`	Définit le port 2 dans le module 1 comme port d'anneau 2.
`HIPER Ring secondary port set to 1/2`	
`exit`	Passage en mode Privileged EXEC.
`show hiper-ring`	Affiche les paramètres de l'anneau HIPER.

```
HIPER Ring Mode of the Switch.................. ring-manager
  configuration determined by.................. management
HIPER Ring Primary Port of the Switch.......... 1/1, state active
HIPER Ring Secondary Port of the Switch........ 1/2, state active
HIPER Ring Redundancy Manager State............ active
HIPER Ring Redundancy State (red. guaranteed).. no (rm is active)
HIPER Ring Setup Info (Config. failure)........ no error
HIPER Ring Recovery Delay...................... 500ms
```

☐ Procédez maintenant de la même façon pour les deux autres équipements.

Commentaire : Lors de la configuration de l'anneau HIPER, sélectionnez pour les ports d'anneau
– VLAN-ID 1 et
– l'appartenance VLAN Untagged dans le tableau VLAN statique.

Commentaire : désactivez le protocole Spanning-Tree sur les ports raccordés à l'anneau HIPER car Spanning-Tree et la redondance en anneau s'influencent mutuellement.
Si vous avez activé la fonction de l'anneau HIPER à l'aide des commutateurs DIP, le RSTP se désactive automatiquement.

☐ Fermez maintenant la ligne vers l'anneau. Pour cela, raccordez les deux équipements aux extrémités de la ligne en utilisant leurs ports d'anneau.

Les affichages dans le cadre « Redundancy Manager Status » signifient :
– « Active (redundant line) » : l'anneau est ouvert, à savoir une ligne de données ou des composants réseau sont tombés en panne au sein de l'anneau.
– « Inactive » : l'anneau est fermé, à savoir les lignes de données et les composants réseau fonctionnent.

Les affichages dans le cadre « Information » signifient
– « Redundancy existing » : l'une des lignes défectueuses peut tomber en panne ; dans ce cas, la section redondante endosse la fonction de la section défaillante.
– « Configuration failure » : la fonction ou les connexions de câble sur le port d'anneau ne sont pas correctement configurées (par ex., non insérées dans les ports d'anneau).

Commentaire : sur les équipements dotés de commutateurs DIP, réglez tous les commutateurs sur « On ». Vous pouvez ainsi configurer la fonction de redondance sans aucune restriction à l'aide de la configuration logicielle. Par ce biais, vous évitez que la configuration logicielle soit éventuellement entravée par les commutateurs DIP.

2.2 Exemple pour l'anneau MRP

Un réseau comprend un backbone en structure linéaire avec 3 équipements. Pour accroître la disponibilité du backbone, vous avez décidé de convertir la structure linéaire en une redondance en anneau. Contrairement à l'exemple précédent, les équipements de différents fabricants utilisés ne prennent pas tous en charge le protocole d'anneau HIPER. En revanche, tous les équipements supportent MRP comme protocole de redondance en anneau. Optez donc pour MRP. Utilisez les ports 1.1 et 1.2 des équipements comme ports de raccordement des sections de connexion.

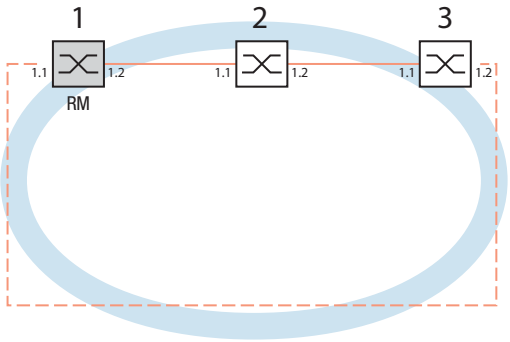

Figure 6 : Exemple pour l'annneau MRP
RM = Ring Manager
—— Ligne principale
- - - Ligne redondante

L'exemple suivant de configuration décrit la configuration de l'équipement de gestionnaire d'anneau (1). Les deux autres équipements (2 à 3) se configurent de la même manière sans activation cependant de la fonction de gestionnaire d'anneau. Cet exemple n'utilise pas de VLAN. Comme temps de reconfiguration de l'anneau, vous avez prévu 200 ms. Tous les équipements supportent le mode Advanced du gestionnaire d'anneau.

Commentaire : sur les équipements dotés de commutateurs DIP, réglez tous les commutateurs sur « On ». Vous pouvez ainsi configurer la fonction de redondance sans aucune restriction à l'aide de la configuration logicielle. Par ce biais, vous évitez que la configuration logicielle soit éventuellement entravée par les commutateurs DIP.

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE D'ANNEAU

Afin d'éviter les boucles pendant la phase de configuration, configurez tous les équipements de l'anneau MRP individuellement. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements de l'anneau MRP soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

☐ Etablissez le réseau selon vos besoins.
☐ Configurez tous les ports de sorte que la vitesse de transmission et les réglages duplex des sections correspondent au tableau suivant :

Débit binaire	100 Mbit/s	1000 Mbit/s
Autonegociation (configuration automatique)	off	on
Port	on	on
Duplex	intégral	–

Tableau 4 : Réglages des ports d'anneau

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Ring Redundancy`.
☐ Sous « Version », sélectionnez `MRP`.

☐ Indiquez les ports d'anneau 1 et 2 souhaités en procédant aux entrées correspondantes dans les champs module et port. S'il n'est pas possible d'entrer un module, cela signifie que l'équipement ne dispose que d'un seul module appliqué par défaut.

Affichage dans le champ « Operation » :

- `forwarding` : ce port est activé et possède un lien.
- `blocked` : ce port est bloqué et possède un lien.
- `disabled` : ce port est désactivé.
- `not-connected` : ce port possède un lien.

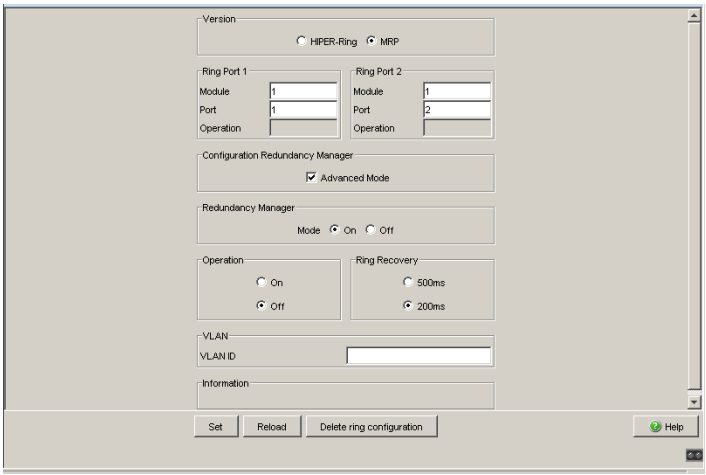

Figure 7 : Boîte de dialogue Redondance en anneau (TCSESM)

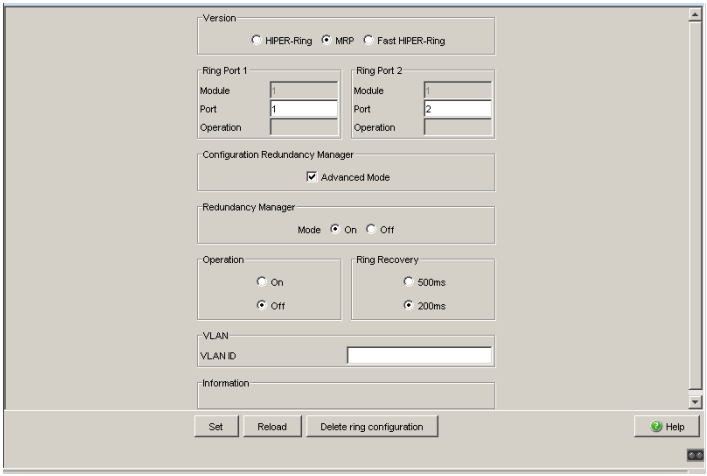

Figure 8 : Boîte de dialogue Redondance en anneau (TCSESM-E)

☐ Sélectionnez 200 ms dans le cadre « Ring Recovery ».

Commentaire : si, lors de la sélection de 200 ms, la stabilité de l'anneau ne répond pas aux exigences de votre réseau, choisissez 500 ms.

Commentaire : les réglages dans le cadre « Ring Recovery » sont uniquement effectifs sur les équipements que vous avez configurés comme gestionnaires d'anneau.

☐ Activez le mode Avancé (Advanced) sous « Configuration du gestionnaire de redondance (Configuration Redundancy Manager) ».

☐ Activez le gestionnaire d'anneau pour cet équipement. N'activez le gestionnaire d'anneau dans l'anneau MRP pour aucun autre équipement.

☐ Dans le champ VLAN, laissez l'ID VLAN sur 0.

☐ Activez la fonction de l'anneau MRP.

☐ Cliquez sur « Write » pour enregistrer temporairement l'entrée dans la configuration.

Les affichages dans le cadre « Information » signifient
– « Redundancy existing » : l'une des lignes défectueuses peut tomber en panne ; dans ce cas, la section redondante endosse la fonction de la section défaillante.
– « Configuration failure » : la fonction ou les connexions de câble sur le port d'anneau ne sont pas correctement configurées (par ex., non insérées dans les ports d'anneau).

Le cadre « VLAN » vous permet d'affecter l'anneau MRP à un VLAN :

☐ Si les VLAN sont configurés, sélectionnez dans le cadre « VLAN » :
– l'ID VLAN 0 si la configuration anneau MRP ne doit pas être affectée à un VLAN comme dans cet exemple.
Pour les ports d'anneau, sélectionnez l'ID VLAN 1 et l'appartenance VLAN `U` (untagged) dans le tableau VLAN statique.
– un ID VLAN > 0 si la configuration anneau MRP ne doit pas être affectée à ce VLAN.
Pour tous les équipements dans cet anneau MRP, entrez cet ID VLAN dans la configuration anneau MRP et sélectionnez pour tous les ports de cet anneau MRP cet ID VLAN et l'appartenance VLAN `T` (tagged) dans le tableau VLAN statique.

Commentaire : si, dans un anneau MPR, vous souhaitez utiliser le protocole de redondance RSTP (voir page 89 »Spanning Tree«), activez, sur tous les équipements dans l'anneau MRP, la compatibilité MRP dans la boîte de dialogue `Rapid Spanning Tree:Global` car RSTP (Spanning Tree) et la redondance en anneau s'influencent mutuellement.
Si cela n'est pas possible, par exemple parce que certains équipements ne supportent pas la compatibilité MRP, désactivez RSTP sur les ports raccordés à l'anneau MRP.

Commentaire : Si vous souhaitez configurer un anneau MRP via l'interface de ligne de commande, il est nécessaire de définir un paramètre supplémentaire. Lors de la configuration à l'aide de la CLI, un anneau MRP est contacté via son ID de domaine MRP. Celui-ci est une suite de 16 blocs de chiffres (valeurs 8 bits). Utilisez la valeur par défaut « default domain », qui correspond à un ID de domaine MRP de 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255.
Ce « default domain » est également utilisé en interne lors d'une configuration via l'interface basée Web.
Configurez tous les équipements au sein d'un anneau MRP avec le même ID de domaine MRP.

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.
`mrp new-domain default domain`	Crée un nouvel anneau MRP avec l'ID de domaine par défaut 255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.

```
MRP domain created:
Domain ID:
255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255
  (Default MRP domain)
```

`mrp current-domain port primary 1/1`	Définit le port 1 dans le module 1 comme port d'anneau 1 (primaire).

```
Primary Port set to 1/1
```

`mrp current-domain port secondary 1/2`	Définit le port 2 dans module 1 comme port d'anneau 2 (secondaire).

```
Secondary Port set to 1/2
```

`mrp current-domain mode manager`	Définit cet équipement comme gestionnaire d'anneau.

```
Mode of Switch set to Manager
```

`mrp current-domain recovery-delay 200ms`	Définit 200 ms comme valeur pour la reconfiguration d'anneau.

```
Recovery delay set to 200ms
```

`mrp current-domain advanced-mode enable`	Active le « MRP Advanced Mode ».

```
Advanced Mode (react on link change) set to Enabled
```

mrp current-domain operation enable	Active l'anneau MRP.

```
Operation set to Enabled
```

exit	Retour au niveau précédent
show mrp	Indique les paramètres actuels de l'anneau MRP (affichage abrégé).

```
Domain ID:
255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255
           (Default MRP domain)

Configuration Settings:
Advanced Mode (react on link change).... Enabled
Manager Priority....................... 32768
Mode of Switch (administrative setting). Manager
Mode of Switch (real operating state)... Manager
Domain Name............................ <empty>
Recovery delay......................... 200ms
Port Number, Primary................... 1/1,  State: Not Connected
Port Number, Secondary................. 1/2,  State: Not Connected
VLAN ID................................ 0 (No VLAN)
Operation.............................. Enabled
```

☐ Fermez maintenant la ligne vers l'anneau. Pour cela, raccordez les deux équipements aux extrémités de la ligne en utilisant leurs ports d'anneau.

2.3 Exemple pour anneau Fast HIPER (TCSESM-E)

Vous pouvez réaliser cet exemple avec le modèle TCSESM-E.
Un réseau comprend un backbone en structure linéaire avec 3 équipements. Pour accroître la fiabilité du backbone, vous avez décidé de convertir la structure linéaire en une redondance en anneau. A la différence de l'exemple précédent, vous avez besoin d'un temps de commutation très bref dans le cas de la redondance (10 ms environ).
Seuls les équipements TCSESM-E sont utilisés, vous vous décidez donc pour l'anneau Fast HIPER en tant que protocole de redondance en anneau. Utilisez les ports 1.1 et 1.2 des équipements comme ports de raccordement des trajets de connexion.

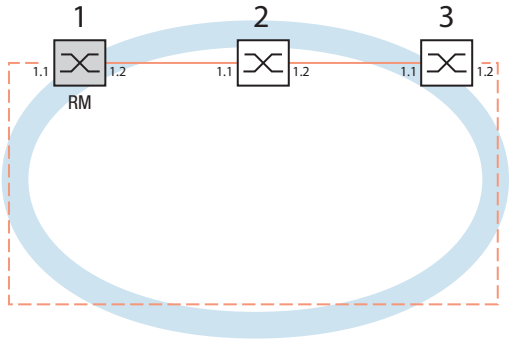

Figure 9 : Exemple pour l'annneau Fast HIPER
RM = Ring Manager
—— Ligne principale
- - - Ligne redondante

L'exemple suivant de configuration décrit la configuration de l'équipement de gestionnaire d'anneau (1). Les deux autres équipements (2 à 3) se configurent de la même manière sans activation cependant de la fonction de gestionnaire d'anneau. Cet exemple n'utilise pas de VLAN.

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE D'ANNEAU

Pour éviter les boucles durant la phase de configuration, configurez tous les appareils de l'anneau Fast HIPER individuellement. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements de l'anneau Fast HIPER soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

☐ Etablissez le réseau selon vos besoins.
☐ Configurez tous les ports de sorte que la vitesse de transmission et les réglages duplex des sections correspondent au tableau suivant :

Débit binaire	100 Mbit/s
Autonegotiation (configuration automatique)	Off
Port	on
Duplex	Full

Tableau 5 : Réglages des ports d'anneau

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Ring Redundancy`.
☐ Sous « Version », sélectionnez `Fast HIPER Ring`.

☐ Indiquez les ports d'anneau 1 et 2 souhaités en procédant aux entrées correspondantes dans les champs module et port. S'il n'est pas possible d'entrer un module, cela signifie que l'équipement ne dispose que d'un seul module appliqué par défaut.

Affichage dans le champ « Operation » :

- `forwarding` : ce port est activé et possède un lien.
- `blocked` : ce port est bloqué et possède un lien.
- `disabled` : ce port est désactivé.
- `not-connected` : ce port possède un lien.

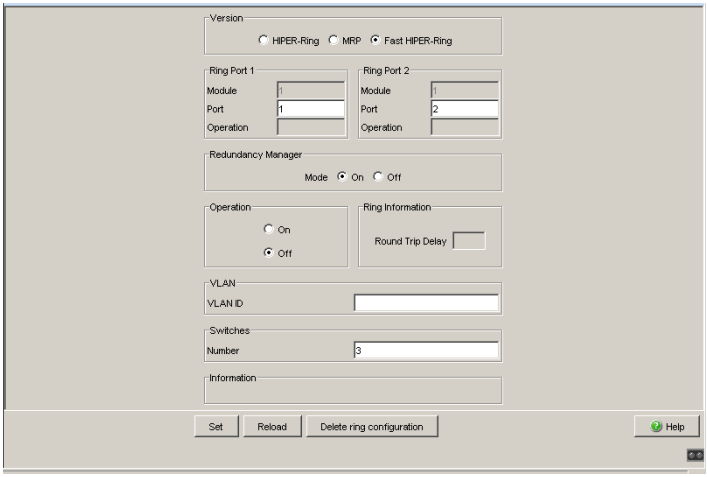

Figure 10 :Boîte de dialogue Redondance en anneau (TCSESM-E)

☐ Activez le gestionnaire d'anneau pour cet équipement. N'activez le gestionnaire d'anneau dans l'anneau Fast HIPER pour aucun autre équipement.

☐ Dans le cadre « Operation », activez la fonction.

☐ Dans le champ VLAN, laissez l'ID VLAN sur 0.

☐ Sous « Number », indiquez le nombre de commutateurs dans le cadre « Switches » Cette entrée permet d'optimiser la durée de reconfiguration et la stabilité de l'anneau.

☐ Cliquez sur « Write » pour enregistrer temporairement l'entrée dans la configuration.

L'affichage dans le cadre « Ring Information » signifie :

– Round Trip Delay : délai d'exécution de l'anneau des paquets de contrôle, mesuré par le gestionnaire d'anneau, en µs.
  Affichage commençant par 100 µs et augmentant par pas de 100 µs. Si cette valeur atteint ou dépasse 1000 µs, l'anneau risque de devenir instable. Dans ce cas, contrôlez le nombre correct de commutateurs dans le cadre « Switches ».

Les affichages dans le cadre « Information » signifient

– « Redundancy existing » : l'une des lignes défectueuses peut tomber en panne ; dans ce cas, la section redondante endosse la fonction de la section défaillante.
– « Configuration failure » : la fonction ou les connexions de câble sur le port d'anneau ne sont pas correctement configurées (par ex., non insérées dans les ports d'anneau).

Le cadre « VLAN » vous permet d'affecter l'anneau Fast HIPER à un VLAN :

☐ Si les VLAN sont configurés, sélectionnez dans le cadre « VLAN » :
  – l'ID VLAN 0 si la configuration anneau Fast HIPER ne doit pas être affectée à un VLAN comme dans cet exemple.
    Pour les ports d'anneau, sélectionnez l'ID VLAN 1 et l'appartenance VLAN `U (Untagged)` dans le tableau VLAN statique.
  – un ID VLAN > 0 si la configuration anneau Fast HIPER ne doit pas être affectée à ce VLAN.
    Pour tous les équipements dans cet anneau Fast HIPER, entrez cet ID VLAN dans la configuration anneau Fast HIPER et sélectionnez pour tous les ports de cet anneau Fast HIPER cet ID VLAN et l'appartenance VLAN `T` (tagged) dans le tableau VLAN statique.

Commentaire : Si vous souhaitez configurer un anneau Fast HIPER-Ring via la **C**ommand **L**ine **I**nterface (CLI), assurez-vous de définir un paramètre supplémentaire. En cas de configuration via la CLI, un anneau Fast HIPER-Ring est adressé via son ID d'anneau Fast HIPER-Ring. Il s'agit d'un chiffre situé dans la plage de valeurs de 1 à 2.147.480.647 (2^{31} - 1)). Le réglage par défaut est 1. L'équipement utilise cette valeur aussi de manière interne en cas de configuration via l'interface utilisateur graphique. Configurez tous les équipements au sein d'un anneau Fast HIPER-Ring avec le même ID d'anneau Fast HYPER-Ring.

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.

`fast-hiper-ring new-id default-id`	Crée un nouvel anneau Fast HIPER avec l'ID par défaut (1). Dans ce cas, les ports 1/1 et 1/2 sont définis comme ports d'anneau. Conservez ces valeurs par défaut.

```
Fast HIPER-Ring ID created:ID: 1 (Default Fast HIPER-Ring ID)
```

`fast-hiper-ring current-id mode ring-manager`	Définit cet équipement comme gestionnaire d'anneau.

```
Mode of Switch set to Ring Manager
```

`fast-hiper-ring current-id nodes 3`	Définit le nombre d'équipements dans l'anneau Fast HIPER sur 3.

```
Number of nodes set to 3
```

`fast-hiper-ring current-id operation enable`	Active l'anneau Fast HIPER.

```
Operation set to Enabled
```

`exit`	Passage en mode configuration.
`show fast-hiper-ring`	Indique les paramètres actuels de l'anneau Fast HIPER.

```
Ring ID: 1
          (Default Fast HIPER-Ring ID)
Mode of Switch (administrative setting). Ring Manager
Mode of Switch (real operating state)... Ring Manager
Ring Name.............................<empty>
Number of nodes in the ring.............. 3
Port Number, Primary..................... 1/1,  State: Not Connected
Port Number, Secondary................... 1/2,  State: Not Connected
VLAN ID.................................. 0 (No VLAN)
Operation................................ Enabled

General Operating States:
FHR Setup Info (Config. Failure)........ Ring Port Link Error

Manager-related Operating States:
Ring State............................... Open
Redundancy Guaranteed.................... No
Round Trip Delay......................... 0
```

Commentaire : désactivez le protocole Spanning-Tree au niveau des ports raccordés à l'anneau redondant, car le Spanning-Tree et la redondance d'anneau fonctionnent avec des temps de réaction différents (`Redundancy :Rapid Spanning Tree :Port`).

☐ Fermez maintenant la ligne vers l'anneau. Pour cela, raccordez les deux équipements aux extrémités de la ligne en utilisant leurs ports d'anneau.

2.4 Exemple d'anneau HIPER avec câbles non croisés

Vous pouvez construire cet exemple avec le modèle TCSESM, TCSESM-E ou TCSESB.

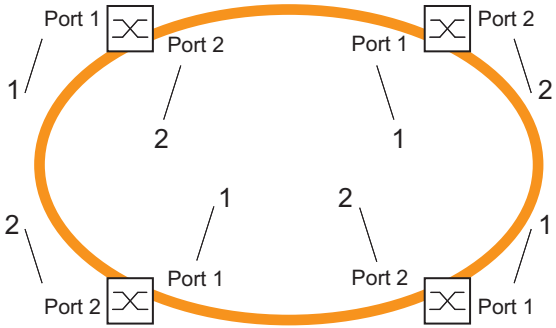

Figure 11 :Exemple d'anneau HIPER avec câbles non croisés
1 = Cable Crossing manuel désactivé
2 = Cable Crossing manuel activé

L'exemple de configuration suivant décrit la configuration d'un anneau HIPER dans lequel des câbles non croisés sont utilisés entre les commutateurs, alors que, dans le cas normal, les câbles utilisés entre les commutateurs sont des câbles croisés.
Cela n'a pas d'influence sur le choix du commutateur qui assure la fonction du gestionnaire d'anneau et le choix de la section qui devient section redondante en mode de fonctionnement normal. C'est pourquoi ils ne sont pas particulièrement précisés dans l'exemple.

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE D'ANNEAU

Afin d'éviter les boucles pendant la configuration, configurez tous les équipements de l'anneau HIPER individuellement. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements de l'anneau HIPER soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

☐ Etablissez le réseau selon vos besoins.
☐ Sur tous les ports de l'anneau, configurez le débit de données, le mode duplex et le Cable Crossing manuel des ports d'anneau comme indiqué dans le tableau suivant :

Port	1.1	1.2
Port on	oui (marqué)	oui (marqué)
Autonegotiation (configuration automatique)	non (non marqué)	non (non marqué)
Configuration manuelle	100 Mbit/s FDX	100 Mbit/s FDX
Manual Cable Crossing	disable	enable

Tableau 6 : Réglages des ports d'anneau avec câbles non croisés

Commentaire : à la place de l'anneau HIPER, vous pouvez également employer le protocole MRP de redondance en anneau ou même, dans les cas d'utilisation de TCSESM-E, l'anneau Fast HIPER.

3 Anneaux multiples

L'équipement vous permet d'établir de multiples anneaux avec différents protocoles de redondance :

- Vous avez la possibilité d'imbriquer des anneaux MRP. Un anneau couplé est appelé sous-anneau (voir page 44 »Sous-anneau«).
- Vous pouvez coupler avec les anneaux MRP d'autres structures en anneau qui utilisent RSTP (voir page 119 »Combiner RSTP et MRP«).

3.1 Sous-anneau

3.1.1 Description du sous-anneau

Pour l'équipement TCSESM-E.

Le concept de sous-anneau vous permet de facilement coupler de nouveaux segments réseau à des équipements appropriés d'anneaux de redondance existants (anneau de base). Les équipements de l'anneau de base auxquels le nouveau sous-anneau est couplé s'appellent des gestionnaires de sous-anneaux (SRM).

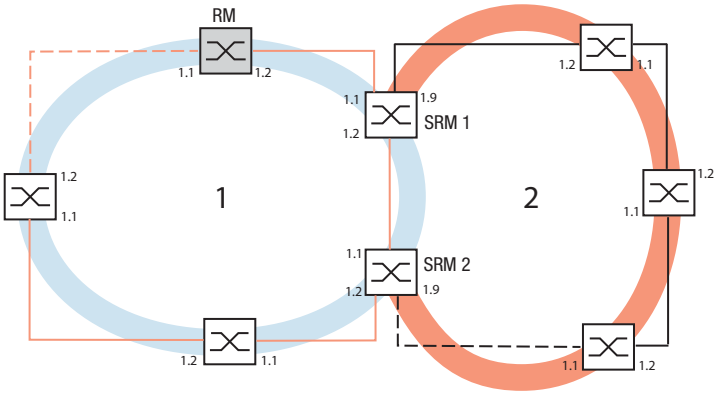

Figure 12 :Exemple de structure de sous-anneau
1 Anneau bleu = anneau de base
2 Anneau orange = sous-anneau
SRM = gestionnaire de sous-anneaux (Sub Ring Manager)
RM = gestionnaire d'anneau (Ring Manager)

Commentaire : les appareils suivants prennent en charge la fonction Gestionnaire de sous-anneaux :
– TCSESM-E

Les équipements compatibles avec le SRM prennent en charge jusqu'à 4 instances SRM et peuvent donc constituer le gestionnaire de sous-anneaux pour jusqu'à 4 sous-anneaux simultanément.

Dans un sous-anneau, vous pouvez intégrer comme participants les équipements prenant en charge MRP. La fonction Gestionnaire de sous-anneaux n'est pas indispensable.

Chaque sous-anneau peut compter jusqu'à 200 participants ; les deux SRM et les commutateurs situés entre les SRM dans l'anneau principal ne font pas partie de ce nombre.

La mise en place de sous-anneaux présente les avantages suivants :
- Lors du couplage, vous incluez le nouveau segment réseau dans le concept de redondance.
- Vous intégrez facilement de nouveaux domaines d'entreprise dans des réseaux existants.
- Vous reproduisez facilement la structure organisationnelle d'une entreprise dans la topologie de réseau.
- En tant qu'anneau MRP, les temps de commutation du sous-anneau, en cas de redondance, sont habituellement < 100 ms.

Les graphiques suivants montrent des exemples de topologies de sous-anneau :

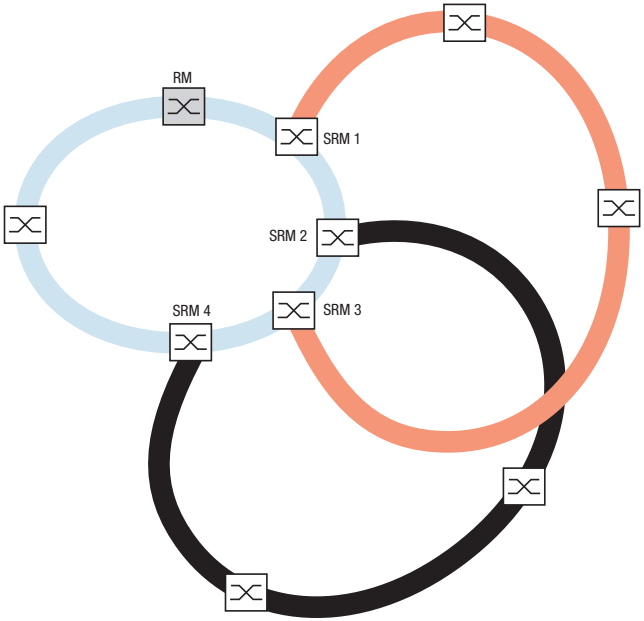

Figure 13 :Exemple de structure de sous-anneau qui se recoupe

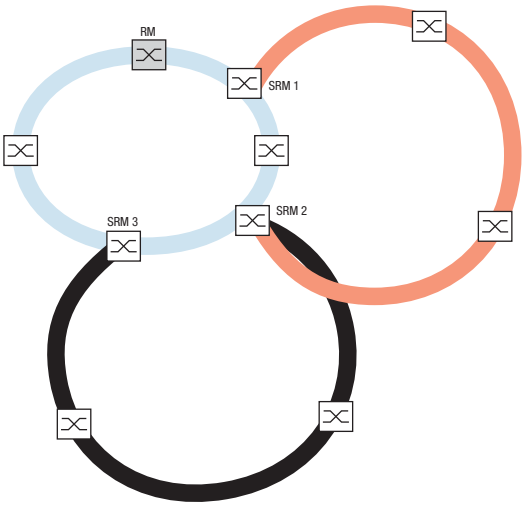

Figure 14 :Cas particulier : un Sub Ring Manager gère 2 sous-anneaux (2 instances). Selon le type d'équipement, vous pouvez configurer d'autres instances.

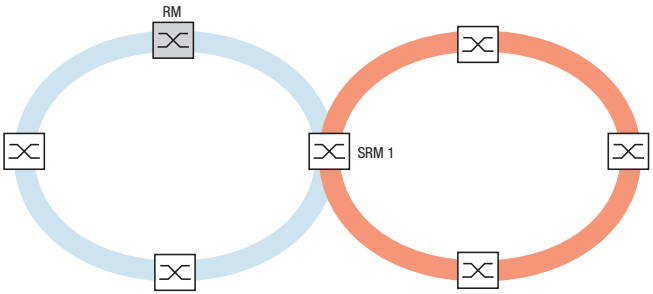

Figure 15 :Cas particulier : un Sub Ring Manager gère deux extrémités d'un sous-anneau sur des ports différents (Single Sub Ring Manager).

Commentaire : Raccordez des sous-anneaux exclusivement à des anneaux de base existants. Ne mettez pas en cascade les sous-anneaux (en d'autres termes un nouveau sous-anneau ne doit pas être raccordé à un sous-anneau existant).

Commentaire : Les anneaux Sub utilisent MRP. Vous pouvez coupler des anneaux Sub aux anneaux primaires existants avec le protocole d'anneau HIPER, le protocole d'anneau Fast HIPER et MRP. Si vous couplez un anneau Sub à un anneau primaire sous MRP, configurez les deux anneaux dans différents VLAN. Pour cela, configurez

- soit les ports d'anneau SUB des gestionnaires d'anneau Sub et les équipements de l'anneau Sub dans un VLAN spécifique. Plusieurs anneaux Sub peuvent utiliser le même VLAN.
- soit les équipements de l'anneau primaire, y compris les ports d'anneau de base du gestionnaire d'anneau primaire dans un VLAN spécifique. Cela réduit les opérations de configuration si vous couplez plusieurs anneaux Sub à un anneau primaire.

3.1.2 Exemple de sous-anneau

Vous souhaitez coupler un nouveau segment réseau avec 3 équipements à un anneau de redondance existant avec le protocole d'anneau HIPER. En couplant le segment réseau aux deux extrémités et non à une seule, vous obtenez, avec la configuration correspondante, une meilleure fiabilité de la redondance.
Le nouveau segment réseau est couplé en tant que sous-anneau. Il est couplé à des équipements existants de l'anneau de base du type

– TCSESM-E

Configurez ces équipements en gestionnaires de sous-anneaux.

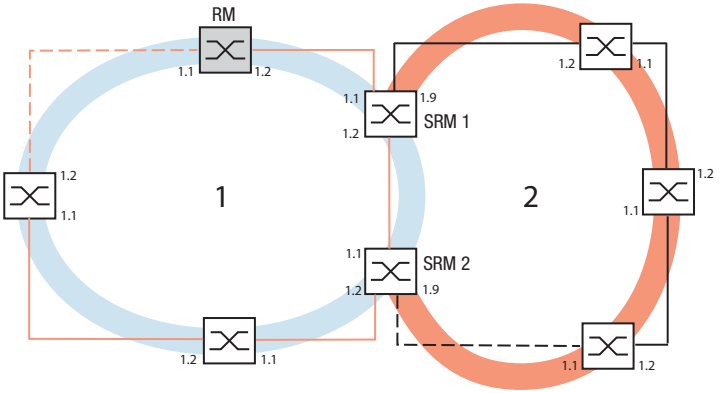

Figure 16 :Exemple de structure de sous-anneau
1 Anneau bleu = anneau de base
2 Anneau orange = sous-anneau
SRM = gestionnaire de sous-anneaux (Sub Ring Manager)
RM = gestionnaire d'anneau (Ring Manager)

Procédez comme suit pour configurer un sous-anneau :

☐ Configurez les 3 équipements du nouveau segment réseau comme participants à un anneau MRP. En d'autres termes :
  – Configurez la vitesse de transmission et le mode duplex pour tous les ports d'anneau selon le tableau suivant :

Type de port	Débit binaire	Autonégociation (configuration automatique)	Réglage des ports	Duplex
Optique	tous	off	on	full
TX	100 Mbit/s	off	on	full
TX	1000 Mbit/s	on	on	-

Tableau 7 : Réglages des ports pour les ports d'anneau

☐ Autres réglages :
- Définissez une appartenance VLAN différente de l'anneau primaire et de l'anneau Sub, même si l'anneau primaire utilise le protocole MRP.
- Pour tous les ports d'anneau se trouvant dans ce sous-anneau, sélectionnez cet ID VLAN et l'appartenance VLAN `T` (tagged) dans le tableau VLAN statique.
- Activez la fonction d'anneau MRP sur tous les équipements.
- Dans la boîte de dialogue Ring Redundancy, sous MRP RING, configurez, sur tous les équipements, les deux ports d'anneau utilisés dans le sous-anneau.
- Désactivez la fonction gestionnaire d'anneau sur tous les équipements.
- Désactivez RSTP pour les ports d'anneaux MRP utilisés dans l'anneau Sub.
- Attribuez à tous les équipements les mêmes ID de domaines MRP.

Commentaire : L'ID de domaine MRP est une suite de 16 blocs de chiffres (valeurs de 0 à 255). Le domaine par défaut (dans la CLI : « default domain ») est l'ID de domaine MRP de 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255. Un ID de domaine MRP composé uniquement de zéros n'est pas valide.

Pour ajuster le cas échéant la désignation de domaine MRP, ouvrez l'interface de ligne de commande (CLI) et procédez comme suit :

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.
`mrp delete domain current domain`	Supprime le domaine MRP actuel. S'il n'existe aucun domaine MRP, l'équipement émet un message d'erreur.

```
MRP current domain deleted:
Domain ID:
  255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255
  (Default MRP domain)
```

`mrp new-domain 0.0.1.1.2.2.3.4.4.111.222.123.0.0.66.99`	Crée un nouveau domaine MRP avec l'ID de domaine MRP spécifié. Vous pouvez ensuite accéder à ces domaines avec « current domain ».

```
MRP domain created:
Domain ID: 0.0.1.1.2.2.3.4.5.111.222.123.0.0.66.99
```

3.1.3 Configuration de l'exemple de sous-anneau

AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE D'ANNEAU

Pour éviter les boucles durant la phase de configuration, configurez tous les appareils du sous-anneau individuellement. Avant de raccorder la section redondante (fermeture du sous-anneau), patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements du sous-anneau soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

Procédez comme suit pour configurer les deux gestionnaires de sous-anneaux de l'exemple :

- ☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Sub Ring`.
- ☐ Cliquez sur « New ».

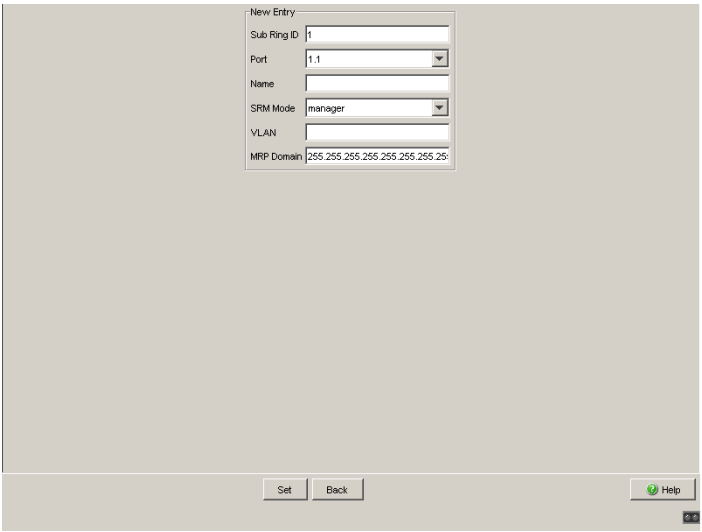

Figure 17 :Boîte de dialogue Anneau Sub – Nouvelle entrée

☐ Entrez la valeur « 1 » comme ID d'anneau de ce sous-anneau.

☐ Dans le champ Module.Port, entrez l'ID du port (sous la forme X.X) qui relie l'équipement au sous-anneau (dans l'exemple 1.9). Comme port de connexion, vous pouvez utiliser tous les ports disponibles que vous n'avez pas encore configurés comme ports d'anneaux de l'anneau de base.

☐ Vous pouvez facultativement donner un nom au sous-anneau (dans l'exemple « Test »).

☐ Sélectionnez le mode gestionnaire de sous-anneaux (mode SRM). Vous définissez ainsi quelle connexion devient la section redondante entre l'anneau de base et le sous-anneau.
Les possibilités de raccordement sont :

- Les deux gestionnaires de sous-anneaux ont le même réglage (par défaut `manager`) : - l'équipement avec l'adresse MAC la plus élevée gère la section redondante.
- Dans le champ SRM Mode, un équipement est sélectionné pour être le `redundant manager` : - cet équipement gère la section redondante dès que vous avez configuré l'autre gestionnaire de sous-anneaux comme `manager` - sinon, c'est l'adresse MAC la plus élevée qui s'applique.

Configurez le gestionnaire de sous-anneaux 1 comme « manager » et le gestionnaire de sous-anneaux 2, gestionnaire de la section redondante, comme « redundant manager » conformément au dessin d'ensemble de cet exemple.

☐ Laissez les champs VLAN ID (par défaut : 0) et MRP Domain (par défaut : 255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255) tels qu'ils sont. L'exemple de configuration ne nécessite ici aucune modification.

☐ Cliquez sur « Write » pour enregistrer temporairement l'entrée dans la configuration.

☐ Cliquez sur « Back » pour revenir à la boîte de dialogue Sub Ring.

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.
`sub-ring new-ring 1`	Crée un nouveau sous-anneau avec l'ID de sous-anneau 1.
`Sub-Ring ID created:ID: 1`	
`sub-ring 1 port 1/9`	Définit le port 9 dans le module 1 comme port de sous-anneau.
`Port set to 1/9`	
`sub-ring 1 ring-name Test`	Donne le nom « Test » au sous-anneau 1.
`Sub-Ring Ring name set to "Test"`	
`sub-ring 1 mode manager`	Configure le mode de ce gestionnaire de sous-anneau comme « manager ».
`Mode of Switch set to manager`	

☐ Cliquez sur « Reload » pour actualiser la vue d'ensemble des sous-anneaux et vérifiez toutes les entrées.

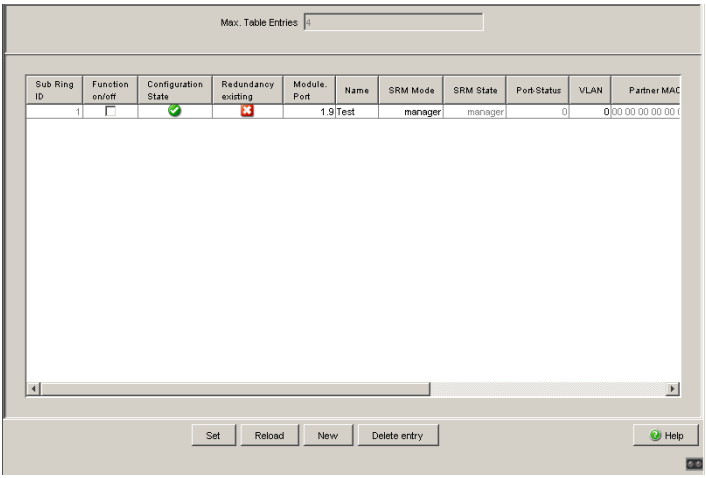

Figure 18 :Gestionnaire de sous-anneaux entièrement configuré

- ☐ Configurez le second gestionnaire de sous-anneaux de la même manière. Si vous avez explicitement attribué le mode SRM `manager` au SRM 1, configurez le SRM 2 comme `redundant manager`. Autrement, l'affectation se fait automatiquement via l'adresse MAC la plus élevée (voir plus haut).
- ☐ Activez les deux gestionnaires de sous-anneaux dans la vue d'ensemble de la boîte de dialogue Sub Ring sous « Operation on/off ».
- ☐ Cliquez sur « Write » pour enregistrer temporairement l'entrée dans la configuration.
- ☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Basic settings:Load/Save`.
- ☐ Dans le cadre « Save », sélectionnez l'emplacement mémoire « to Device » et cliquez sur « Save » pour enregistrer la configuration dans la configuration active de manière non volatile.

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.
`sub-ring 1 operation enable`	Active le sous-anneau avec l'ID de sous-anneau 1.
`Operation set to Enabled`	

```
exit                                    Passage en mode Privileged EXEC.
show sub-ring                           Affiche l'état de tous les sous-anneaux sur cet
                                        équipement.
Ring ID: 1
Mode of Switch (administrative setting)... manager
Mode of Switch (real operating state)..... manager
Port Number.............................. 1/9,  State: Forwarding
Protocol................................. Standard MRP
MRP Domain ID.............................
255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255.255Ri
ng Name.................................. Test
Partner MAC.............................. 02:E3:00:1B:00:09
VLAN ID.................................. 0 (No VLAN)
Operation................................ Enabled

General Operating States:
SRM Setup Info (Config. Failure)......... No Error

Manager-related Operating States:
Ring State............................... Open
Redundancy Guaranteed.................... No
copy system:running-config              Enregistrer la configuration actuelle dans la
nvram:startup-config                    mémoire non volatile.
```

☐ Si vous avez configuré les deux SRM et, le cas échéant, les équipements inclus dans le sous-anneau, fermez la section redondante du sous-anneau.

4 Couplage en anneau/réseau

Le couplage en anneau/réseau permet le couplage redondant d'anneaux redondants ou de segments réseau. Le couplage en anneau/réseau connecte 2 anneaux/segments réseau via 2 chemins séparés.

Le couplage en anneau/réseau supporte le couplage d'un anneau (HIPER Ring, Fast HIPER Ring ou MRP) à un deuxième anneau (également HIPER Ring, Fast HIPER Ring ou MRP) ou à un segment réseau de structure quelconque si tous les équipements du réseau couplé sont des équipements Schneider Electric.

Le couplage en anneau/réseau supporte les équipements suivants :
- TCSESM
- TCSESM-E

4.1 Variantes du couplage en anneau/réseau

Le couplage redondant est réalisé par le **couplage un commutateur** de deux ports **d'un** équipement dans le premier anneau/segment réseau aux ports respectifs de deux équipements dans le second anneau/segment réseau (voir la figure 20). L'une des deux connexions, celle qui est redondante, est bloquée en cours de fonctionnement normal pour le trafic de données normal.
Si la section principale ne fonctionne plus, l'équipement ouvre immédiatement la section redondante. Si la section principale refonctionne ultérieurement, la section redondante est rebloquée pour le trafic de données normal et la section principale est de nouveau utilisée.
Le couplage en anneau détecte et élimine une panne en l'espace de 500 ms (habituellement 150 ms).

Le couplage redondant est réalisé par le **couplage deux commutateurs** des ports respectifs **de deux** équipements dans le premier anneau/segment réseau aux ports de deux équipements dans le second anneau/segment réseau (voir la figure 26).
L'équipement dans la section redondante et l'équipement dans la section principale se communiquent leurs états de fonctionnement à l'aide de paquets de commande via Ethernet ou la ligne de commande.
Si la section principale ne fonctionne plus, l'équipement redondant (« Slave ») ouvre la section redondante. Si la section principale refonctionne ultérieurement, l'équipement de la section principale communique cette information à l'équipement redondant. La section redondante est rebloquée pour le trafic de données normal et la section principale est de nouveau utilisée.
Le couplage en anneau détecte et élimine une panne en l'espace de 500 ms (habituellement 150 ms).

Le type de couplage est déterminé en premier lieu par les données topologiques et le degré souhaité de disponibilité (voir le tableau 8).

	Couplage un commutateur	Couplage deux commutateurs	Couplage deux commutateurs avec ligne de commande
Application	Les équipements impliqués ont une répartition topologique non fonctionnelle. La pose de câbles serait ainsi difficile dans le cas d'un couplage deux commutateurs.	Les équipements impliqués ont une répartition topologique fonctionnelle. La pose d'une ligne de commande prend du temps.	Les équipements impliqués ont une répartition topologique fonctionnelle. La pose d'une ligne de commande est aisée.
Inconvénient	En cas de panne du commutateur configuré pour le couplage redondant, il n'existe plus aucune connexion entre les réseaux.	Difficulté accrue de mettre en réseau les équipements impliqués (en comparaison avec un couplage un commutateur).	Difficulté accrue de mettre en réseau les équipements impliqués (en comparaison avec un couplage un commutateur ou deux commutateurs).
Avantage	Difficulté moindre de mettre en réseau les équipements impliqués (en comparaison avec un couplage deux commutateurs).	En cas de panne d'un des équipements configurés pour le couplage redondant, une connexion est toujours existante entre les réseaux.	En cas de panne d'un des équipements configurés pour le couplage redondant, une connexion est toujours existante entre les réseaux.

Tableau 8 : Critères de sélection des types de configuration de couplage redondant

Commentaire : sélectionnez une configuration en fonction des conditions topologiques existantes et du degré de disponibilité requis (voir le tableau 8).

4.2 Préparation du couplage en anneau/réseau

4.2.1 Commutateur VEILLE

Tous les équipements possèdent un commutateur VEILLE, avec lequel vous pouvez déterminer le rôle de l'équipement dans un couplage en anneau/réseau.
En fonction du type d'équipement, ce commutateur est un commutateur DIP ou uniquement un réglage logiciel (boîte de dialogue `Redundancy :Ring/Network Coupling`). Lorsque vous réglez ce commutateur, vous déterminez si l'équipement endosse le rôle de couplage principal ou redondant au sein d'un couplage en réseau/anneau. Vous trouverez une description détaillée des commutateurs DIP dans le manuel « Guide d'installation ».

Type d'équipement	Rôle commutateur VEILLE
TCSESM	Commutation possible entre commutateur DIP et réglage logiciel
TCSESM-E	Commutateur logiciel

Tableau 9 : Aperçu du rôle du commutateur VEILLE

Réglez le commutateur VEILLE en fonction de l'équipement et de son rôle à l'aide du tableau suivant :

Equipement avec	Sélection couplage principal/couplage redondant
Commutateur DIP	Au niveau du commutateur DIP « VEILLE »
Alternative commutateur DIP/commutateur logiciel	En fonction de l'option sélectionnée - au niveau du commutateur DIP VEILLE ou dans - la boîte de dialogue `Redundancy:Ring/Network Coupling` grâce à la sélection dans « Select Configuration ». **Remarque :** ces équipements possèdent un commutateur DIP avec lequel il est possible de sélectionner la configuration logicielle ou la configuration commutateur DIP. Vous trouverez une description détaillée des commutateurs DIP dans le manuel « Guide d'installation ».
Commutateur logiciel	Dans la boîte de dialogue `Redundancy :Ring/Network Coupling`

Tableau 10 : Réglage du commutateur VEILLE

Commentaire : les conventions suivantes sont utilisées dans les captures d'écran et les diagrammes ci-après :

- La couleur bleue désigne les équipements ou connexions dans l'étendue actuelle considérée.
- La couleur noire désigne les équipements ou connexions raccordés à l'étendue actuelle considérée.
- Les lignes épaisses désignent les connexions dans l'étendue actuelle considérée.
- Les lignes fines désignent les connexions raccordées à l'étendue actuelle considérée.
- La ligne en pointillé désigne la connexion redondante.
- La ligne de points désigne la ligne de commande.

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Ring/Network Coupling`.

☐ Sélectionnez en premier la configuration souhaitée couplage un commutateur (« 1 »), couplage deux commutateurs («°2 ») ou couplage deux commutateurs avec ligne de commande (« 3 »), (voir la figure 19).

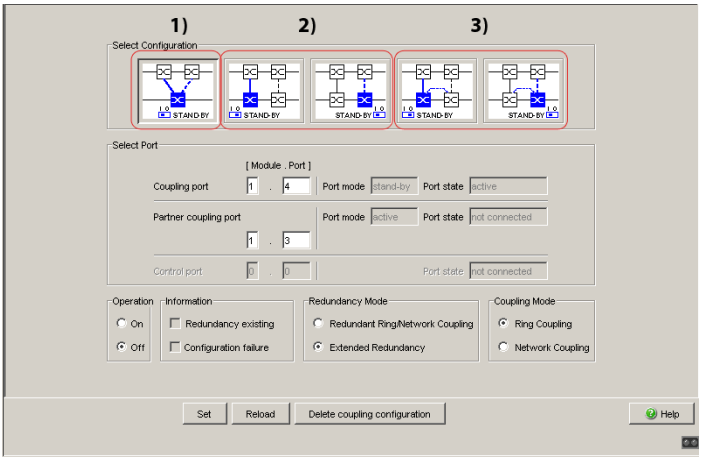

Figure 19 :Sélection de la configuration de couplage en anneau (lorsque les commutateurs DIP sont désactivés ou sur les équipements sans commutateur DIP)

Sur les équipements sans commutateur DIP, les réglages logiciels ne sont pas limités.
Sur les équipements **avec** commutateurs DIP, la boîte de dialogue indique, selon la position des commutateurs DIP, les configurations possibles en couleur tandis que les configurations impossibles sont grisées.
Les configurations possibles :

- Commutateur DIP RM : ON ou OFF, STAND BY : OFF :
  couplage deux commutateurs comme maître (avec ou sans ligne de commande)
- Commutateur DIP RM : OFF, STAND BY : ON :
  couplage un commutateur et couplage deux commutateurs comme esclave (avec ou sans ligne de commande)
- Commutateur DIP RM : ON, STAND BY : ON :
  les commutateurs DIP sont désactivés, les réglages logiciels sont possibles de manière illimitée

Si les commutateurs DIP sont activés et vous souhaitez sélectionner l'une des configurations impossibles (grisées) par le logiciel, changez les commutateurs DIP de l'équipement de position et rechargez la boîte de dialogue.

Commentaire : Pour des raisons liées à la fiabilité de la redondance, excluez la combinaison de Rapid Spanning Tree et du couplage en anneau/réseau.

4.2.2 Couplage un commutateur

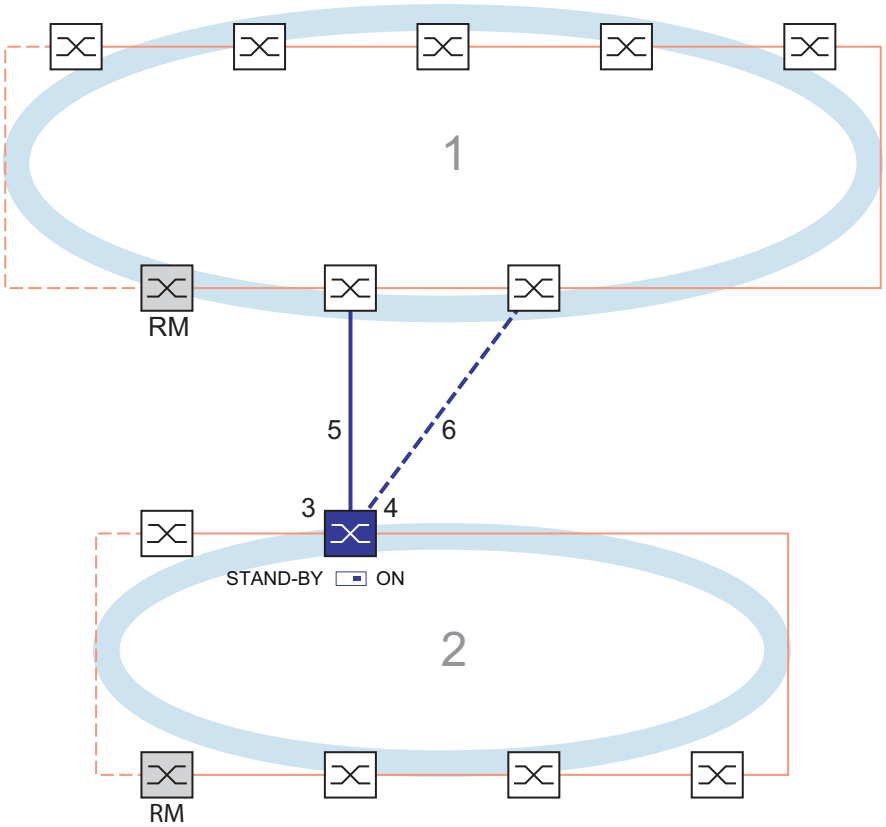

Figure 20 :Exemple couplage un commutateur

1 : Backbone
2 : Anneau
3 : Port de couplage partenaire
4 : Port de couplage
5 : Ligne principale
6 : Ligne redondante

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE DE COUPLAGE EN ANNEAU

Pour éviter les boucles durant la phase de configuration, configurez tous les appareils qui participent activement au couplage en anneau de manière individuelle. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements qui participent activement au couplage en anneau soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

Le couplage entre deux réseaux se fait en mode normal via la ligne principale (ligne bleue continue) reliée au port de couplage partenaire. En cas de panne de la ligne principale, la ligne redondante (ligne bleue en pointillé), reliée au port de couplage, se charge de coupler les deux réseaux. Le couplage a lieu via **un** commutateur.

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Ring/Network Coupling`.
☐ Sélectionnez le couplage un commutateur (voir la figure 21).

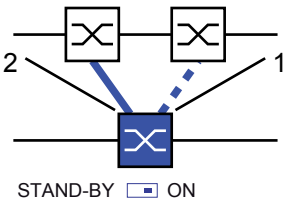

Figure 21 :Couplage un commutateur
1 : Port de couplage
2 : Port de couplage partenaire

Les réglages suivants concernent le Switch représenté en bleu sur le graphique sélectionné.

☐ Sélectionnez le port de couplage partenaire (voir la figure 22), (voir le tableau 11).
Avec « Partner coupling port », vous définissez sur quel port vous raccordez la ligne principale.

Les tableaux suivants illustrent les possibilités de sélection et les préréglages pour les ports utilisés dans le couplage en anneau/réseau.

Equipement	Port de couplage partenaire	Port de couplage
TCSESM	tous les ports (état de livraison : port 1.3)	tous les ports (état de livraison : port 1.4)
TCSESM-E	tous les ports (état de livraison : port 1.3)	tous les ports (état de livraison : port 1.4)

Tableau 11 : Affectation des ports couplage un commutateur

Commentaire : configurez le port de couplage partenaire et les ports de redondance en anneau sur des ports différents.

☐ Sélectionnez le port de couplage (voir la figure 22), (voir le tableau 11).
Avec « Coupling port », vous définissez sur quel port vous raccordez la connexion des segments réseau.

Commentaire : configurez le port de couplage et les ports d'anneau de redondance sur des ports différents.

☐ Dans le cadre « Operation », activez la fonction (voir la figure 22).
☐ Raccordez maintenant la ligne redondante.
Les affichages dans le cadre « Select Port » signifient (voir la figure 22) :
– « Port mode » : le port est soit actif, soit en mode veille
– « Port state » : le port est soit relié, soit il ne l'est pas.

Les affichages dans le cadre « Information » signifient (voir la figure 22) :

– « Redundancy existing » : si la ligne principale ne fonctionne plus, la section redondante prend le relais.
– « Configuration failure » : la fonction est incomplète ou mal configurée.

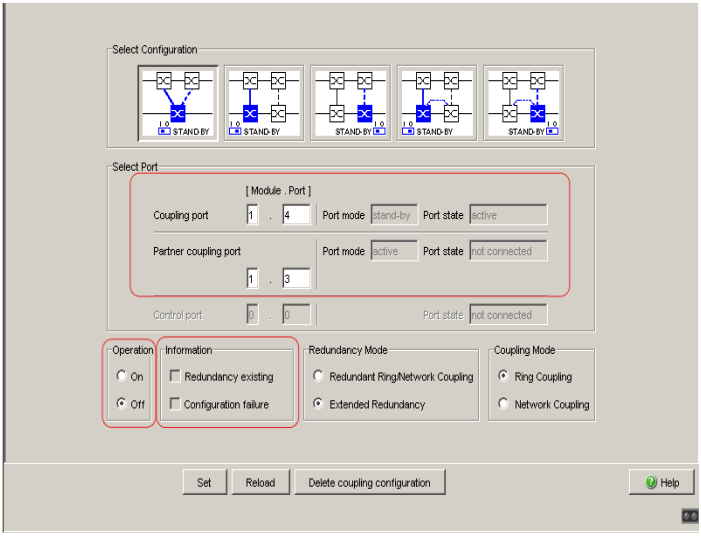

Figure 22 :Sélection de port et activation/désactivation de la fonction

Commentaire : pour les ports de couplage, les réglages suivants sont nécessaires (pour ce faire, sélectionnez la boîte de dialogue `Basic Settings : Port Configuration`) :

– Port : on
– Configuration automatique (Autonegotiation) :
on sur les connexions paire torsadée
– Configuration manuelle : 100 Mbit/s FDX ou 1 Gbit/s FDX, conformément aux capacités des ports
pour les connexions en fibres optiques

Commentaire : une fois les VLAN configurés, réglez la configuration VLAN des ports de couplage partenaires et des ports de couplage comme suit :

– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Port`, ID VLAN du port 1 et « Ingress Filtering » désactivés
– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Static`, appartenance VLAN `U` (Untagged)

Mode redondance

☐ Dans le cadre « Redundancy Mode » (voir la figure 23), sélectionnez

– « Redundant Ring/Network Coupling » ou
– « Extended Redundancy ».

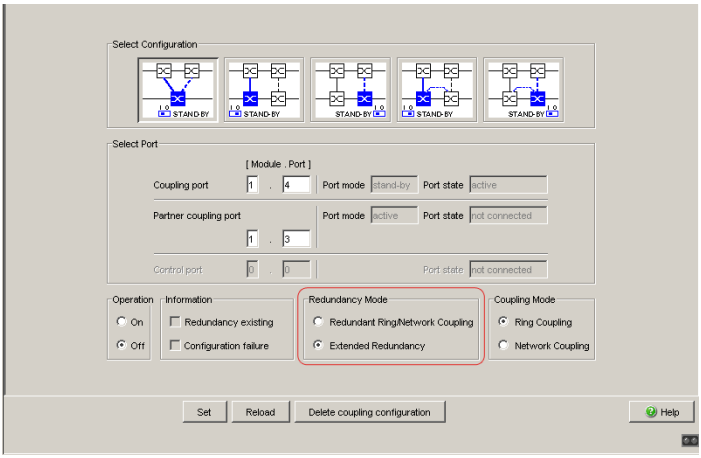

Figure 23 :Sélection du mode redondance

Avec le paramètre « Redundant Ring/Network Coupling », le conducteur principal ou le conducteur redondant est actif. Les conducteurs ne sont pas actifs en même temps.

Dans le cas du réglage « `Redondance étendue (Extended Redundancy)` », la ligne principale et la ligne redondante sont actives simultanément lorsque la ligne de connexion entre les équipements présente une défaillance dans le réseau couplé (c'est-à-dire éloigné) (voir la figure 24).
Pendant la durée de reconfiguration, il est possible que des dédoublements de paquets se produisent. Ne sélectionnez donc ce réglage que si votre application reconnaît les dédoublements de paquets.

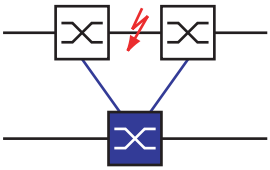

Figure 24 :Extended Redundancy

Coupling Mode

Le mode de couplage désigne le type de réseau couplé.

☐ Dans le cadre « Coupling Mode » (voir la figure 25), sélectionnez

– « Ring Coupling » ou
– « Network Coupling »

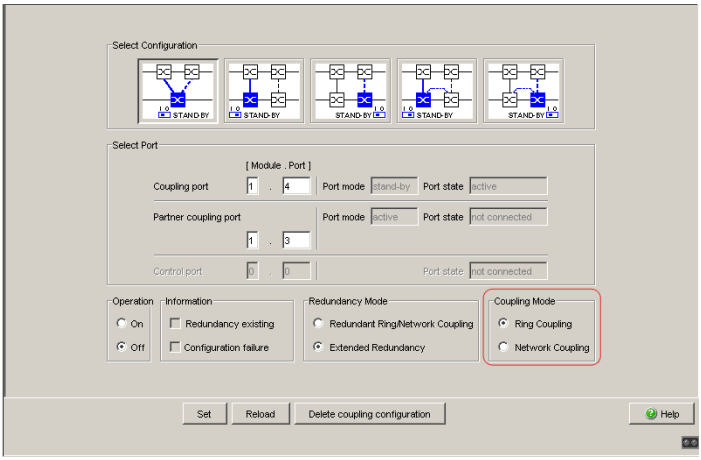

Figure 25 :Sélection du mode de couplage

☐ Sélectionnez **« Ring Coupling »** si vous réalisez un couplage à un anneau de redondance.
☐ Sélectionnez **« Network Coupling »** si vous réalisez un couplage à une structure en ligne ou arborescente.

Suppression de la configuration de couplage
☐ La touche de commande « Delete coupling configuration » dans la boîte de dialogue vous permet de rétablir à l'état de livraison tous les paramètres de couplage de l'équipement.

4.2.3 Couplage deux commutateurs

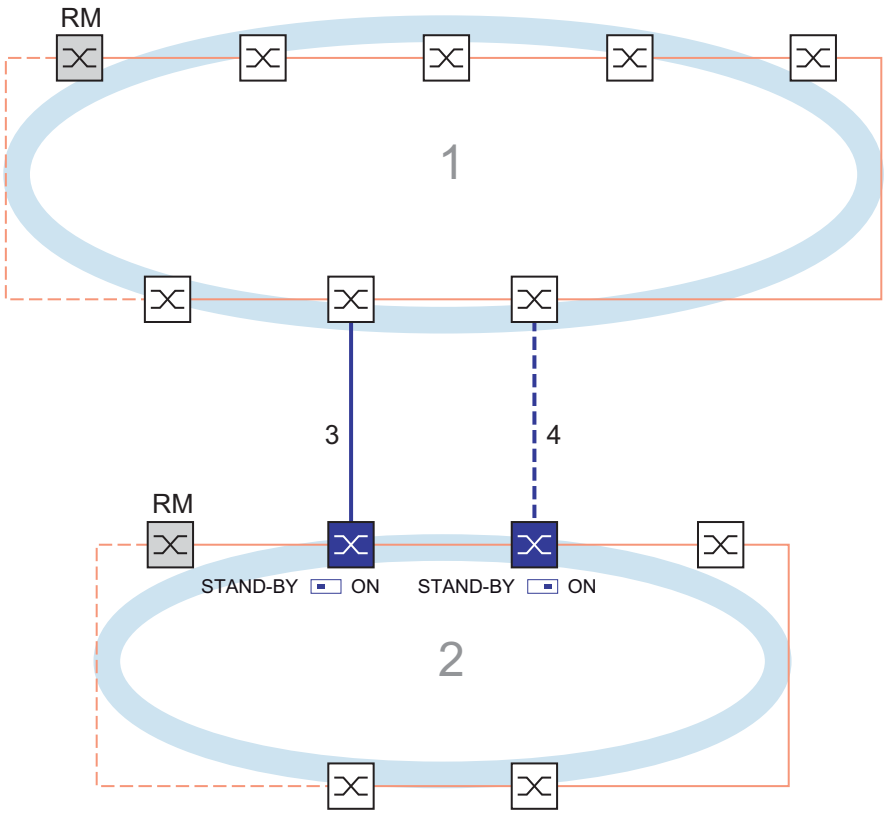

Figure 26 :Exemple de couplage deux commutateurs

1 : Backbone
2 : Anneau
3 : Ligne principale
4 : Ligne redondante

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE DE COUPLAGE EN ANNEAU

Pour éviter les boucles durant la phase de configuration, configurez tous les appareils qui participent activement au couplage en anneau de manière individuelle. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements qui participent activement au couplage en anneau soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

Le couplage entre 2 réseaux se fait via la ligne principale (ligne bleue continue). En cas de panne de la ligne principale ou d'un des commutateurs voisins, la ligne redondante (ligne noire en pointillé) reprend le couplage des deux réseaux.
Le couplage est réalisé à l'aide de deux commutateurs.
Les commutateurs transmettent leurs paquets de contrôle via Ethernet.
Le commutateur raccordé à la ligne principale et celui raccordé à la ligne redondante sont partenaires pour le couplage.

☐ Raccordez les deux partenaires en utilisant leurs ports d'anneau.

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Ring/Network Coupling`.
☐ Sélectionnez le « couplage deux commutateurs » à l'aide du bouton de dialogue doté du même graphique que celui-ci représenté ci-dessous (voir la figure 27).

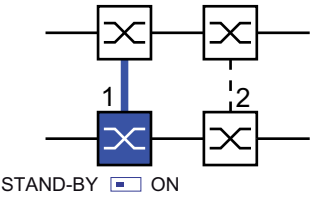

Figure 27 :Couplage deux commutateurs
1 : Port de couplage
2 : Port de couplage partenaire

Les réglages suivants concernent le Switch représenté en bleu sur le graphique sélectionné.

☐ Sélectionnez le port de couplage (voir la figure 28), (voir le tableau 12).
Avec « Coupling port », vous définissez sur quel port vous raccordez la connexion des segments réseau.

☐ Sur un équipement avec commutateurs DIP, réglez le commutateur STAND BY sur OFF ou désactivez les commutateurs DIP. Raccordez la ligne principale au port de couplage.

Equipement	Port de couplage
TCSESM	réglable pour tous les ports (état de livraison : port 1.4)
TCSESM-E	réglable pour tous les ports (état de livraison : port 1.4)

Tableau 12 : Affectations des ports pour le couplage redondant (couplage deux commutateurs)

Commentaire : configurez le port de couplage et les ports d'anneau de redondance sur des ports différents.

☐ Dans le cadre « Operation », activez la fonction (voir la figure 28).
☐ Raccordez maintenant la ligne redondante.

Les affichages dans le cadre « Select Port » signifient (voir la figure 28) :
– « Port mode » : le port est soit actif, soit en mode veille
– « Port state » : le port est soit relié, soit il ne l'est pas.
– « IP Address » : l'adresse IP du partenaire si ce dernier est déjà en service dans le réseau.

Les affichages dans le cadre « Information » signifient (voir la figure 28) :
– « Redundancy existing » : si la ligne principale ne fonctionne plus, la section redondante prend le relais.
– « Configuration failure » : la fonction est incomplète ou mal configurée.

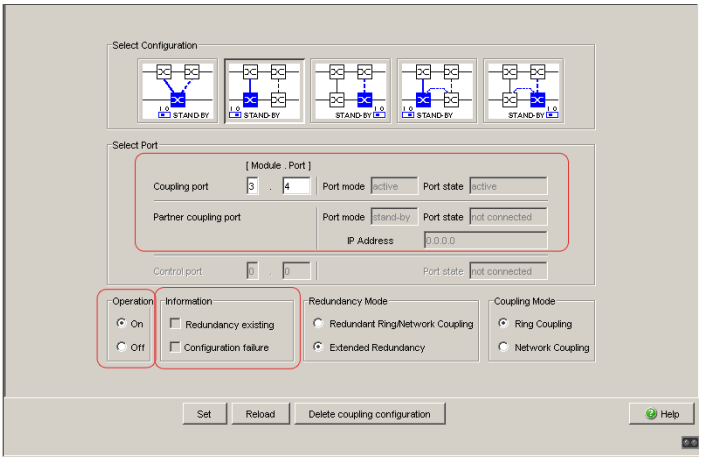

Figure 28 :Sélection de port et activation/désactivation de la fonction

Pour éviter des boucles (Loops) permanentes, le Switch règle l'état du port de couplage sur « off » si vous :
– désactivez la fonction ou
– changez de configuration

pendant que les connexions fonctionnent au niveau de ces ports.

Commentaire : pour les ports de couplage, les réglages suivants sont nécessaires (pour ce faire, sélectionnez la boîte de dialogue `Basic Settings : Port Configuration`) :
– Port : on
– Configuration automatique (Autonegotiation) :
on sur les connexions paire torsadée
– Configuration manuelle : 100 Mbit/s FDX ou 1 Gbit/s FDX, conformément aux capacités des ports
pour les connexions en fibres optiques

Commentaire : une fois les VLAN configurés, réglez la configuration VLAN des ports de couplage partenaires et des ports de couplage comme suit :
– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Port`, ID VLAN du port 1 et « Ingress Filtering » désactivés
– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Static`, appartenance VLAN `U` (Untagged)

Commentaire : si vous utilisez simultanément les fonctions Gestionnaire d'anneau et Couplage deux commutateurs, il y a un risque de formation de boucle (Loop).

☐ Sélectionnez le « couplage deux commutateurs » à l'aide du bouton de dialogue doté du même graphique que celui-ci représenté ci-dessous (voir la figure 29).

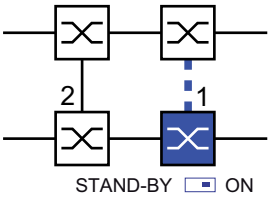

Figure 29 :Couplage deux commutateurs
1 : Port de couplage
2 : Port de couplage partenaire

Les réglages suivants concernent le Switch représenté en bleu sur le graphique sélectionné.

☐ Sélectionnez le port de couplage (voir la figure 28), (voir le tableau 12).
Avec « Coupling port », vous définissez sur quel port vous raccordez la connexion des segments réseau.
☐ Sur un équipement avec commutateurs DIP, réglez le commutateur STAND BY sur ON ou désactivez les commutateurs DIP. Raccordez la ligne redondante au port de couplage.

Commentaire : configurez le port de couplage et les ports d'anneau de redondance sur des ports différents.

☐ Dans le cadre « Operation », activez la fonction (voir la figure 28).
Les affichages dans le cadre « Select Port » signifient (voir la figure 28) :
– « Port mode » : le port est soit actif, soit en mode veille
– « Port state » : le port est soit relié, soit il ne l'est pas.
– « IP Address » : l'adresse IP du partenaire si ce dernier est déjà en service dans le réseau.

Les affichages dans le cadre « Information » signifient (voir la figure 28) :
– « Redundancy existing » : si la ligne principale ne fonctionne plus, la section redondante prend le relais.
– « Configuration failure » : la fonction est incomplète ou mal configurée.

Pour éviter des boucles permanentes (Loops), le Switch règle l'état du port de couplage sur « off » si vous :
– désactivez la fonction ou
– changez de configuration
pendant que les connexions fonctionnent au niveau de ces ports.

Commentaire : pour les ports de couplage, les réglages suivants sont nécessaires (pour ce faire, sélectionnez la boîte de dialogue `Basic Settings : Port Configuration`) :
– Port : on
– Configuration automatique (Autonegotiation) :
on sur les connexions paire torsadée
– Configuration manuelle : 100 Mbit/s FDX ou 1 Gbit/s FDX, conformément aux capacités des ports
pour les connexions en fibres optiques

Commentaire : une fois les VLAN configurés, réglez la configuration VLAN des ports de couplage partenaires et des ports de couplage comme suit :
– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Port`, ID VLAN du port 1 et « Ingress Filtering » désactivés
– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Static`, appartenance VLAN `U` (Untagged)

Commentaire : si vous utilisez simultanément les fonctions Gestionnaire d'anneau et Couplage deux commutateurs, il y a un risque de formation de boucle (Loop).

Mode redondance
☐ Dans le cadre « Redundancy Mode » (voir la figure 30), sélectionnez
– « Redundant Ring/Network Coupling » ou
– « Extended Redundancy ».

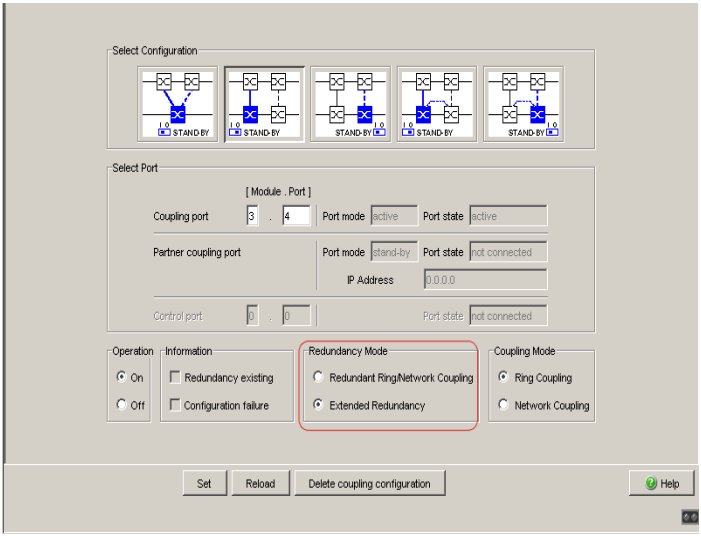

Figure 30 :Sélection du mode redondance

Avec le paramètre « Redundant Ring/Network Coupling », le conducteur principal ou le conducteur redondant est actif. Les conducteurs ne sont pas actifs en même temps.

Dans le cas du réglage « `Redondance étendue (Extended Redundancy)` », la ligne principale et la ligne redondante sont actives simultanément lorsque la ligne de connexion entre les équipements présente une défaillance dans le réseau couplé (c'est-à-dire éloigné) (voir la figure 31).

Pendant la durée de reconfiguration, il est possible que des dédoublements de paquets se produisent. Ne sélectionnez donc ce réglage que si votre application reconnaît les dédoublements de paquets.

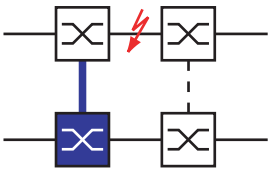

Figure 31 :Extended Redundancy

Coupling Mode

Le mode de couplage désigne le type de réseau couplé.

☐ Dans le cadre « Coupling Mode » (voir la figure 32), sélectionnez

– « Ring Coupling » ou

– « Network Coupling »

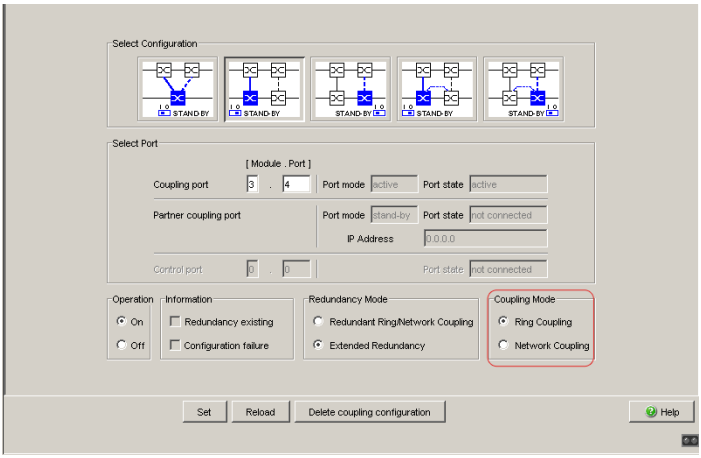

Figure 32 :Sélection du mode de couplage

☐ Sélectionnez **« Ring Coupling »** si vous réalisez un couplage à un anneau de redondance.

☐ Sélectionnez **« Network Coupling »** si vous réalisez un couplage à une structure en ligne ou arborescente.

Suppression de la configuration de couplage

☐ La touche de commande « Delete coupling configuration » dans la boîte de dialogue vous permet de rétablir à l'état de livraison tous les paramètres de couplage de l'équipement.

4.2.4 Couplage deux commutateurs avec ligne de commande

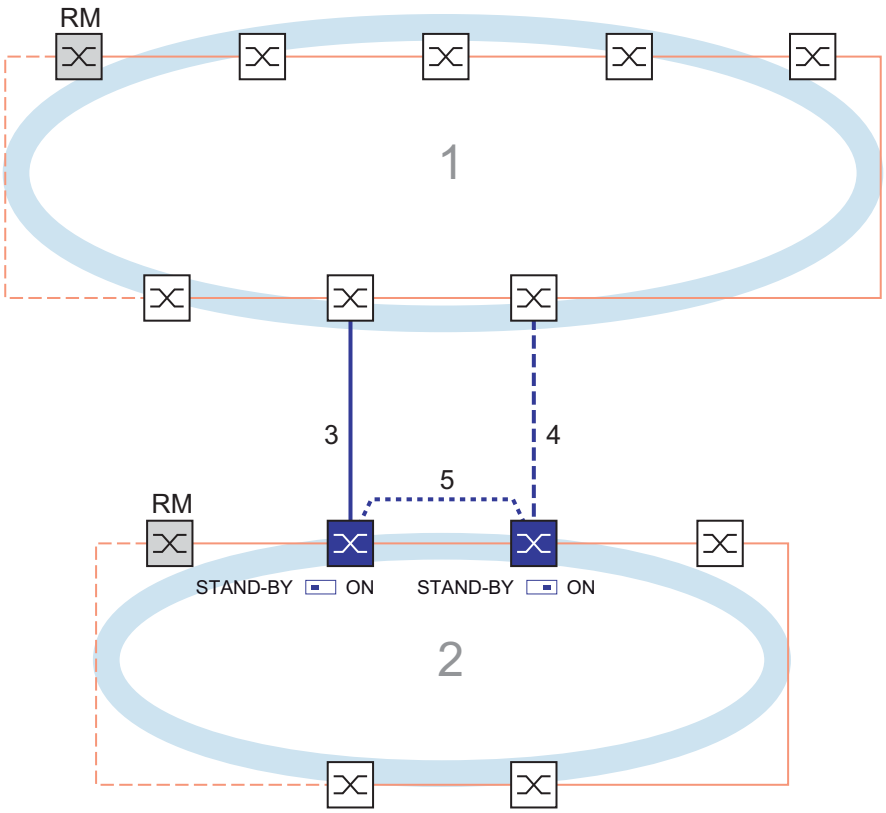

Figure 33 :Exemple de couplage deux commutateurs avec ligne de commande
1 : Backbone
2 : Anneau
3 : Ligne principale
4 : Ligne redondante
5 : Ligne de commande

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE DE COUPLAGE EN ANNEAU

Pour éviter les boucles durant la phase de configuration, configurez tous les appareils qui participent activement au couplage en anneau de manière individuelle. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements qui participent activement au couplage en anneau soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

Le couplage entre 2 réseaux se fait via la ligne principale (ligne bleue continue). En cas de panne de la ligne principale ou d'un des commutateurs voisins, la ligne redondante (ligne noire en pointillé) reprend le couplage des deux réseaux.
Le couplage est réalisé à l'aide de deux commutateurs.
Les commutateurs transmettent leurs paquets de contrôle via une ligne de commande (ligne de points).
L'équipement sur lequel vous raccordez la ligne principale et celui sur lequel vous raccordez la ligne redondante sont partenaires pour le couplage.

☐ Raccordez les deux partenaires en utilisant leurs ports d'anneau.

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Ring/Network Coupling`.
☐ Sélectionnez le « couplage deux commutateurs avec ligne de commande » à l'aide du bouton de dialogue doté du même graphique que celui-ci représenté ci-dessous (voir la figure 34).

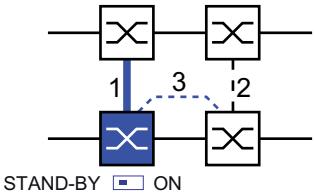

Figure 34 :Couplage deux commutateurs avec ligne de commande
1 : Port de couplage
2 : Port de couplage partenaire
3 : Ligne de commande

Les réglages suivants concernent le Switch représenté en bleu sur le graphique sélectionné.

☐ Sélectionnez le port de couplage (voir la figure 35), (voir le tableau 13).
Avec « Coupling port », vous définissez sur quel port vous raccordez la connexion des segments réseau.

☐ Sur un équipement avec commutateurs DIP, réglez le commutateur STAND BY sur OFF ou désactivez les commutateurs DIP. Raccordez la ligne principale au port de couplage.

☐ Sélectionnez le port de commande (voir la figure 35), (voir le tableau 13).
Avec « Control port », vous définissez sur quel port vous raccordez la ligne de commande.

Equipement	Port de couplage	Port de commande
TCSESM	réglable pour tous les ports (état de livraison : port 1.4)	réglable pour tous les ports (état de livraison : port 1.3)
TCSESM-E	réglable pour tous les ports (état de livraison : port 1.4)	réglable pour tous les ports (état de livraison : port 1.3)

Tableau 13 : Affectations des ports pour le couplage redondant (couplage deux commutateurs avec ligne de commande)

Commentaire : configurez le port de couplage et les ports d'anneau de redondance sur des ports différents.

☐ Dans le cadre « Operation », activez la fonction (voir la figure 35).
☐ Raccordez maintenant la ligne redondante et la ligne de commande.
Les affichages dans le cadre « Select Port » signifient (voir la figure 35) :
– « Port mode » : le port est soit actif, soit en mode veille
– « Port state » : le port est soit relié, soit il ne l'est pas.
– « IP Address » : l'adresse IP du partenaire si ce dernier est déjà en service dans le réseau.

Les affichages dans le cadre « Information » signifient (voir la figure 35) :
– « Redundancy existing » : si la ligne principale ne fonctionne plus, la section redondante prend le relais.
– « Configuration failure » : la fonction est incomplète ou mal configurée.

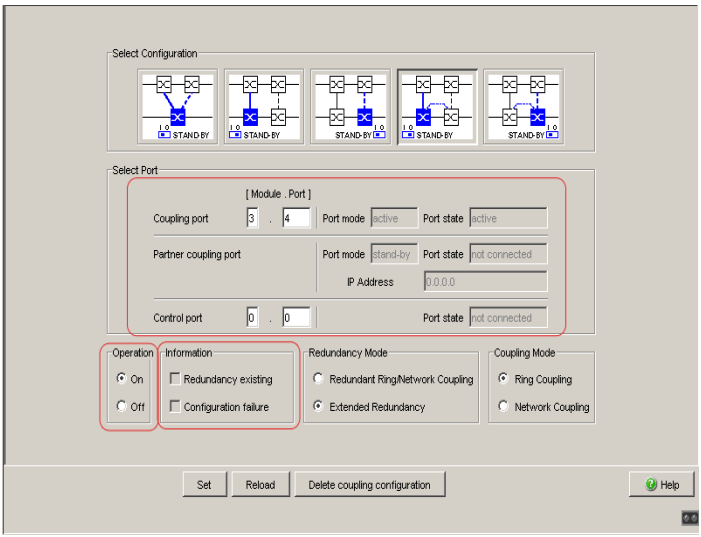

Figure 35 :Sélection de port et activation/désactivation de la fonction

Pour éviter des boucles (Loops) permanentes, le Switch règle l'état du port de couplage sur « off » si vous :
– désactivez la fonction ou
– changez de configuration
pendant que les connexions fonctionnent au niveau de ces ports.

Commentaire : pour les ports de couplage, les réglages suivants sont nécessaires (pour ce faire, sélectionnez la boîte de dialogue `Basic Settings : Port Configuration`) :
– Port : on
– Configuration automatique (Autonegotiation) :
on sur les connexions paire torsadée
– Configuration manuelle : 100 Mbit/s FDX ou 1 Gbit/s FDX, conformément aux capacités des ports
pour les connexions en fibres optiques

Commentaire : une fois les VLAN configurés, réglez la configuration VLAN des ports de couplage partenaires et des ports de couplage comme suit :
– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Port`, ID VLAN du port 1 et « Ingress Filtering » désactivés
– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Static`, appartenance VLAN `U` (Untagged)

☐ Sélectionnez le « couplage deux commutateurs avec ligne de commande » à l'aide du bouton de dialogue doté du même graphique que celui-ci représenté ci-dessous (voir la figure 36).

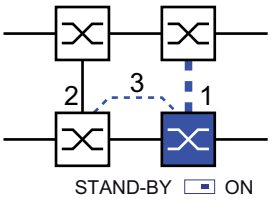

Figure 36 :Couplage deux commutateurs avec ligne de commande
1 : Port de couplage
2 : Port de couplage partenaire
3 : Ligne de commande

Les réglages suivants concernent le Switch représenté en bleu sur le graphique sélectionné.
☐ Sélectionnez le port de couplage (voir la figure 35), (voir le tableau 13).
Avec « Coupling port », vous définissez sur quel port vous raccordez la connexion des segments réseau.
☐ Sur un équipement avec commutateurs DIP, réglez le commutateur STAND BY sur ON ou désactivez les commutateurs DIP. Raccordez la ligne redondante au port de couplage.

☐ Sélectionnez le port de commande (voir la figure 35), (voir le tableau 13).
Avec « Control port », vous définissez sur quel port vous raccordez la ligne de commande.

Commentaire : configurez le port de couplage et les ports d'anneau de redondance sur des ports différents.

☐ Dans le cadre « Operation », activez la fonction (voir la figure 35).
☐ Raccordez maintenant la ligne redondante et la ligne de commande.
Les affichages dans le cadre « Select Port » signifient (voir la figure 35) :
– « Port mode » : le port est soit actif, soit en mode veille
– « Port state » : le port est soit relié, soit il ne l'est pas.
– « IP Address » : l'adresse IP du partenaire si ce dernier est déjà en service dans le réseau.

Les affichages dans le cadre « Information » signifient (voir la figure 35) :
– « Redundancy existing » : si la ligne principale ne fonctionne plus, la section redondante prend le relais.
– « Configuration failure » : la fonction est incomplète ou mal configurée.

Pour éviter des boucles (Loops) permanentes, le Switch règle l'état du port de couplage sur « off » si vous :
– désactivez la fonction ou
– changez de configuration
pendant que les connexions fonctionnent au niveau de ces ports.

Commentaire : pour les ports de couplage, les réglages suivants sont nécessaires (pour ce faire, sélectionnez la boîte de dialogue `Basic Settings : Port Configuration`) :
– Port : on
– Configuration automatique (Autonegotiation) :
on sur les connexions paire torsadée
– Configuration manuelle : 100 Mbit/s FDX, 1 Gbit/s FDX ou 10 Gbit/s FDX, conformément aux capacités des ports des connexions en fibres optiques

Commentaire : une fois les VLAN configurés, réglez la configuration VLAN des ports de couplage partenaires et des ports de couplage comme suit :

– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Port`, ID VLAN du port 1 et « Ingress Filtering » désactivés
– dans la boîte de dialogue `Switching:VLAN:Static`, appartenance VLAN `U` (Untagged)

Mode redondance

☐ Dans le cadre « Redundancy Mode » (voir la figure 37), sélectionnez

– « Redundant Ring/Network Coupling » ou
– « Extended Redundancy ».

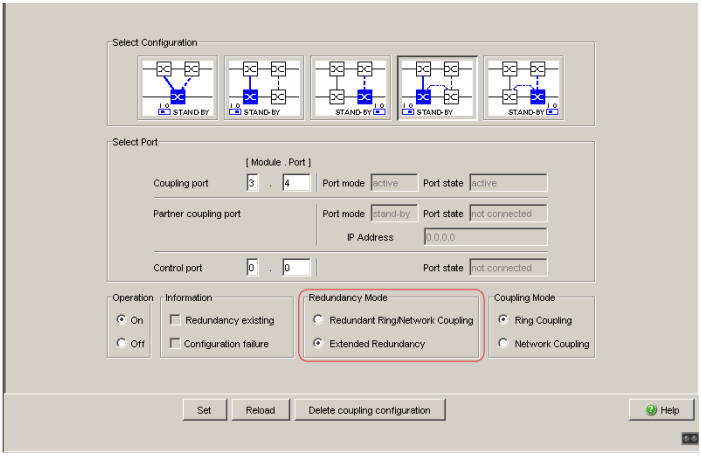

Figure 37 :Sélection du mode redondance

Avec le paramètre « Redundant Ring/Network Coupling », le conducteur principal ou le conducteur redondant est actif. Les conducteurs ne sont pas actifs en même temps.

Dans le cas du réglage « `Redondance étendue (Extended Redundancy)` », la ligne principale et la ligne redondante sont actives simultanément lorsque la ligne de connexion entre les équipements présente une défaillance dans le réseau couplé (c'est-à-dire éloigné) (voir la figure 38).
Pendant la durée de reconfiguration, il est possible que des dédoublements de paquets se produisent. Ne sélectionnez donc ce réglage que si votre application reconnaît les dédoublements de paquets.

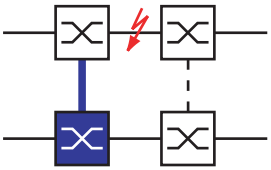

Figure 38 :Extended Redundancy

Coupling Mode

Le mode de couplage désigne le type de réseau couplé.

☐ Dans le cadre « Coupling Mode » (voir la figure 39), sélectionnez

– « Ring Coupling » ou
– « Network Coupling »

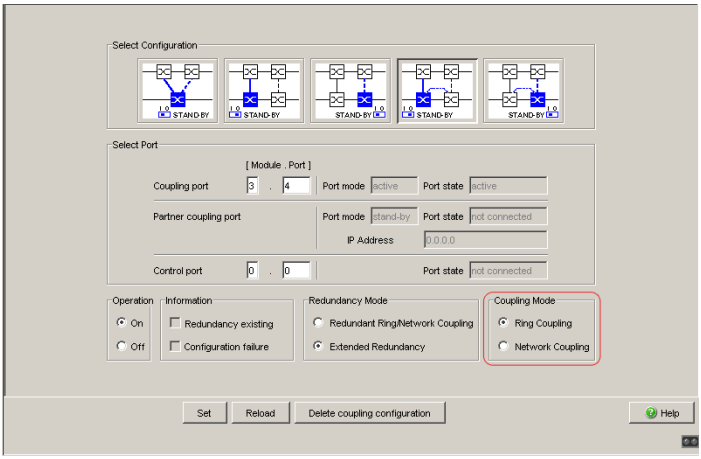

Figure 39 :Sélection du mode de couplage

☐ Sélectionnez **« Ring Coupling »** si vous réalisez un couplage à un anneau de redondance.
☐ Sélectionnez **« Network Coupling »** si vous réalisez un couplage à une structure en ligne ou arborescente.

Suppression de la configuration de couplage

☐ La touche de commande « Delete coupling configuration » dans la boîte de dialogue vous permet de rétablir à l'état de livraison tous les paramètres de couplage de l'équipement.

5 Spanning Tree

Commentaire : le protocole Spanning Tree est un protocole conçu pour les ponts MAC (Bridge). C'est pourquoi la description suivante emploie le terme pont pour Switch.

Les réseaux locaux sont de plus en plus grands, aussi bien en ce qui concerne l'étendue géographique que le nombre de participants. C'est pourquoi l'utilisation de plusieurs ponts est généralement avantageuse, par exemple pour :

- réduire la charge réseau dans les plages partielles,
- établir des connexions redondantes et
- surmonter les restrictions d'éloignement.

L'utilisation de plusieurs ponts avec des connexions redondantes multiples entre les réseaux partiels peut cependant conduire à des boucles (loops) et donc à une défaillance totale du réseau. Pour empêcher cela, vous avez la possibilité d'utiliser le Spanning Tree. Le protocole Spanning Tree vise à empêcher les boucles en désactivant de manière ciblée des connexions redondantes. La réactivation ciblée de certaines connexions selon les besoins crée la redondance.
RSTP est un perfectionnement technique du protocole Spanning Tree (STP) et est compatible avec ce dernier. En cas de dysfonctionnement d'une connexion ou d'un pont, le STP a besoin d'une durée de reconfiguration de max. 30 s, ce qui n'était plus acceptable dans les applications dans lesquelles le temps joue un rôle critique. RSTP atteint des durées de reconfiguration moyennes inférieures à une seconde. Si vous employez RSTP dans une topologie en anneau comprenant entre 10 et 20 équipements, vous pouvez alors atteindre des durées de reconfiguration de l'ordre de la milliseconde.

Commentaire : RSTP remplace une topologie de réseau de couche 2 avec chemins redondants par une structure en arborescence (Spanning Tree) qui ne contient pas de chemins redondants. Un des Switches joue le rôle du Root Bridge. Vous pouvez déterminer le nombre maximal d'équipements dans une branche active du Root Bridge à l'extrémité de la branche, grâce à la variable `Max Age` du Root Bridge actuel. La valeur par défaut pour `Max Age` est 20 mais elle peut être augmentée jusqu'à 40.
Si l'équipement fonctionnant comme Root Bridge est en panne et qu'un autre équipement prend en charge sa fonction, le nouveau Root Bridge détermine le nombre maximal d'équipements dans une branche, via le réglage `Max Age`.

Commentaire : Le standard RSTP prévoit que tous les équipements d'un réseau fonctionnent avec l'algorithme (Rapid) Spanning Tree. En cas d'utilisation simultanée de STP et de RSTP, les avantages de la reconfiguration plus rapide avec RSTP sont cependant perdus.

Commentaire : le comité de normalisation a réduit, suite à une modification du standard RSTP IEEE 802.1D-2004, la valeur maximale pour « Hello Time » de 10 à 2. Si vous mettez à jour le logiciel du Switch et passez à une version 5.0 ou plus, la nouvelle version de logiciel réduit à 2 s les valeurs (saisies automatiquement de façon locale pour « Hello Time ») supérieures à 2 s. Si l'équipement n'est pas RSTP Root, des valeurs de « Hello Time » supérieures à 2 s peuvent alors être toujours valables selon la version de logiciel de l'équipement Root.

5.1 Le protocole Spanning Tree

RSTP étant un perfectionnement technique du STP, les descriptions ci-après du STP sont également valables pour le RSTP.

5.1.1 Tâches du STP

L'algorithme Spanning Tree réduit en une structure arborescente les topologies de réseau établies avec des ponts et présentant des structures en anneau du fait de connexions redondantes. Ainsi, STP sépare les structures en anneau en fonction des règles prescrites en désactivant les chemins redondants. Si un chemin est interrompu par la défaillance d'un composant réseau, le STP réactive le chemin désactivé auparavant. Cela autorise des connexions redondantes, garantissant ainsi une disponibilité de communication accrue.
En formant la structure arborescente, le STP détermine un pont qui constitue la base de la structure arborescente du STP. Ce pont est appelé pont racine.

Caractéristiques de l'algorithme STP :

- Reconfiguration automatique de la structure arborescente dans le cas de défaillances du pont ou d'interruption d'un chemin de données,
- Stabilisation de la structure arborescente jusqu'à l'extension de réseau maximale (jusqu'à 39 hops, selon le réglage de `Max Age`, (voir le tableau 16)
- Stabilisation de la topologie en l'espace d'un temps prévisible,
- La topologie peut être prédéfinie et reproduite par l'administrateur
- Transparence des terminaux
- Charge réseau réduite par rapport à la capacité de transmission disponible par la mise en place de la structure arborescente

5.1.2 Paramètres du pont

Tous les ponts et leurs connexions sont décrits sans équivoque par les paramètres suivants dans le contexte du Spanning Tree :

- Identification de pont (Bridge Identifier),
- Coûts de chemin racine des ports de pont,
- Identification de port (Port Identifier).

5.1.3 Identification de pont (Bridge Identifier)

L'identification de pont se compose de 8 octets. Les 2 octets les plus élevés représentent le niveau de priorité. La valeur par défaut de la priorité est 32.768 (8000H). L'agent d'administration peut cependant la modifier lors de la configuration du réseau. Les 6 octets les moins élevés de l'identification de pont correspondent à l'adresse MAC du pont. L'adresse MAC permet à tous les ponts d'avoir une identification unique.
Le pont ayant la plus petite valeur d'identification a la priorité la plus élevée.

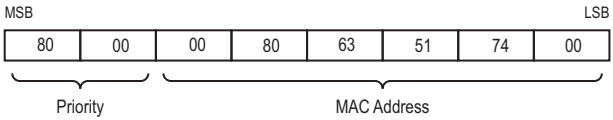

Figure 40 :Identification de pont, exemple (valeurs hexadécimales)

5.1.4 Coûts de chemin racine

Les ponts attribuent des coûts pour la transmission (coûts de chemin) à chaque chemin connectant 2 ponts ensemble. Le pont détermine cette valeur en fonction du débit de données (voir le tableau 14). Il affecte les coûts les plus élevés aux chemins ayant le plus faible débit de données.

En alternative, l'administrateur peut également définir les coûts de chemin. Dans ce cas, il affecte - comme le pont - les coûts les plus élevés aux chemins ayant le plus faible débit de données. Cette valeur pouvant toutefois être choisie librement, l'administrateur dispose d'un outil lui permettant de donner la préférence à un chemin spécifique parmi les chemins redondants.

Les coûts de chemin racine sont la somme de tous les coûts de chemin qu'un paquet de données emprunte entre le port raccordé d'un pont et le pont racine.

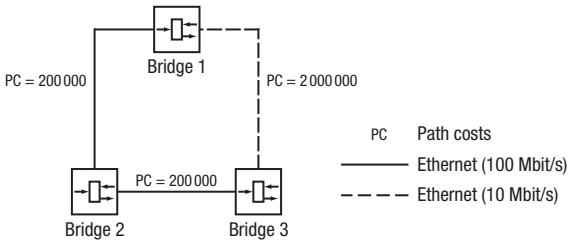

Figure 41 :Coûts de chemin

Débit de données	Valeur recommandée	Plage recommandée	Plage possible
≤ 100 Kbit/s	200.000.000[a]	20.000.000-200.000.000	1-200.000.000
1 Mbit/s	20.000.000[a]	2.000.000-200.000.000	1-200.000.000
10 Mbit/s	2.000.000[a]	200.000-20.000.000	1-200.000.000
100 Mbit/s	200.000[a]	20.000-2.000.000	1-200.000.000
1 Gbit/s	20.000	2.000-200.000	1-200.000.000
10 Gbit/s	2.000	200-20.000	1-200.000.000

Tableau 14 : Coûts de chemin recommandés pour RSTP en fonction du débit de données.

Débit de données	Valeur recommandée	Plage recommandée	Plage possible
100 Gbit/s	200	20-2.000	1-200.000.000
1 Tbit/s	20	2-200	1-200.000.000
10 Tbit/s	2	1-20	1-200.000.000

Tableau 14 : Coûts de chemin recommandés pour RSTP en fonction du débit de données.

a. Les ponts conformes à l'édition 1998 de la norme IEEE 802.1D et supportant uniquement des valeurs de 16 bits pour les coûts de chemin doivent utiliser comme coûts la valeur 65.535 (FFFFH) s'ils sont utilisés avec des ponts qui supportent des valeurs de 32 bits pour les coûts de chemin.

5.1.5 Identification de port

L'identification de port se compose de 2 octets. Une partie, l'octet le plus bas, contient le numéro de port physique. Cela garantit une désignation sans équivoque du port de ce pont. La deuxième partie, plus élevée, est le niveau de priorité du port déterminé par l'administrateur (valeur par défaut : 128). Ici aussi c'est le port ayant la plus petite valeur d'identification de port qui a le niveau de priorité le plus élevé.

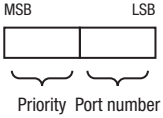

Figure 42 :Identification de port

5.2 Règles pour la création de la structure arborescente

5.2.1 Information de pont

Pour calculer la structure arborescente, les ponts requièrent de plus amples informations sur les autres ponts qui se trouvent dans le réseau.
Pour recevoir ces informations, chaque pont envoie une BPDU (Bridge Protocol Data Unit) sur d'autres ponts.

Font entre autres partie d'une BPDU

- Identification de pont,
- Coûts de chemin racine et
- identification de port.

(voir IEEE 802.1D).

5.2.2 Etablissement de la structure arborescente

- Le pont ayant la plus petite valeur d'identification est également appelé pont racine. Il forme la racine de la structure arborescente
- L'établissement de l'arbre dépend des coûts de chemin racine. Le Spanning Tree choisit la structure de manière à ce que les coûts de chemin entre les différents ponts et le pont racine soient réduits au minimum.

- Dans le cas où plusieurs chemins ont les mêmes coûts de chemin racine, le pont le plus éloigné de la racine décide quel est le port qu'il bloque. Il utilise à cet effet les identifications des ponts situés plus près de la racine. Le pont bloque le port qui mène au pont doté de l'identification numériquement plus élevée (une identification numériquement plus élevée est logiquement la moins bonne). Si 2 ponts ont la même priorité, le pont portant l'adresse MAC numériquement plus grande a l'identification numériquement plus élevée ; celle-ci est logiquement la moins bonne.
- Lorsque plusieurs chemins d'un pont ayant les mêmes coûts de chemin racine conduisent au même pont, le pont le plus éloigné de la racine fait appel à l'identification de port de l'autre pont comme dernier critère (voir la figure 42). Le pont bloque alors le port conduisant au port ayant l'ID le plus mauvais. Si 2 ports ont la même priorité, l'ID ayant le numéro de port le plus élevé constitue le plus mauvais ID.

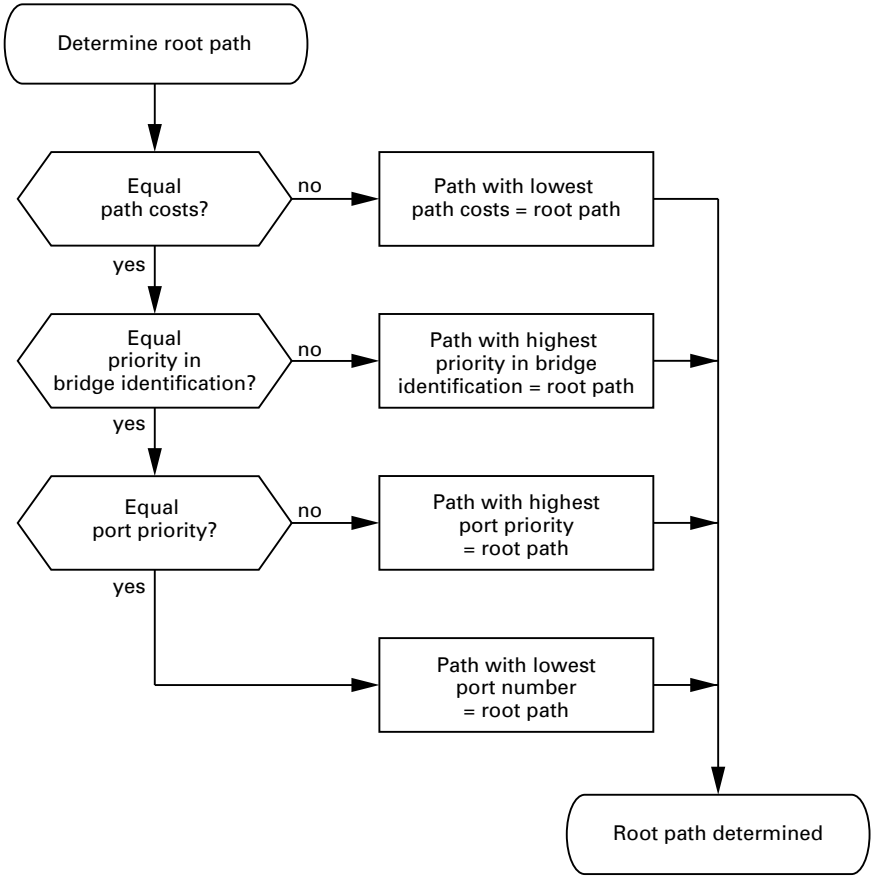

Figure 43 :Organigramme permettant de déterminer le chemin racine

5.3 Exemple de définition du chemin racine

À l'aide du plan de réseau (voir la figure 44), il est possible de comprendre l'organigramme (voir la figure 43) permettant de déterminer le chemin racine. L'administrateur a défini une autre priorité dans l'identification de pont pour chaque pont. Le pont ayant la plus petite valeur d'identification joue le rôle de pont racine, dans ce cas le pont 1. Dans l'exemple, tous les sous-chemins ont les mêmes coûts de chemin. Le protocole bloque le chemin entre le pont 2 et le pont 3, car une connexion du pont 3 au pont racine via le pont 2 entraînerait des coûts de chemin plus élevés.

Le chemin du pont 6 au pont racine est intéressant :

- Le chemin via le pont 5 et le pont 3 entraîne les mêmes coûts de chemin racine que le chemin via le pont 4 et le pont 2.
- Les ponts sélectionnent le chemin via le pont 4, car la valeur de priorité 28.672 dans l'identification de pont est plus petite que la valeur 32.768.
- Entre le pont 6 et le pont 4, il y a également 2 chemins. Ici, c'est l'identification de port qui décide.

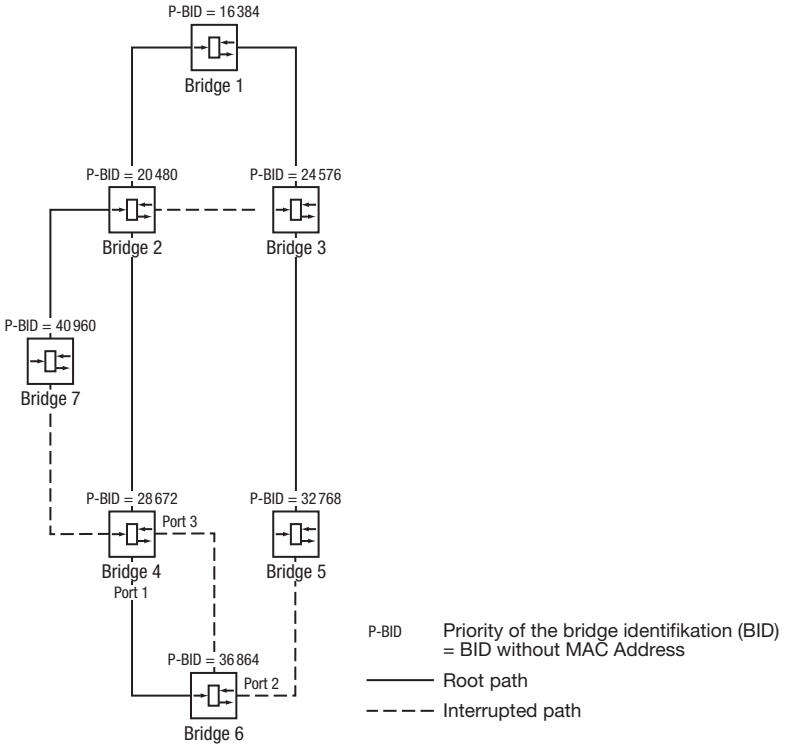

Figure 44 :Exemple de définition du chemin racine

5.4 Exemple de manipulation du chemin racine

À l'aide du plan de réseau (voir la figure 44), il est possible de comprendre l'organigramme (voir la figure 43) permettant de déterminer le chemin racine. L'administrateur a
– laissé la valeur prédéfinie à l'état de la livraison (32.768) pour tous les ponts à l'exception du pont 1 et
– donné la valeur 16.384 (4000H) au pont 1, faisant ainsi de lui le pont racine.
Dans l'exemple, tous les sous-chemins ont les mêmes coûts de chemin. Le protocole bloque le chemin entre le pont 2 et le pont 3, car une connexion du pont 3 au pont racine via le pont 2 implique des coûts de chemin plus élevés.

Le chemin du pont 6 au pont racine est intéressant :

- Le chemin via le pont 5 et le pont 3 entraîne les mêmes coûts de chemin racine que le chemin via le pont 4 et le pont 2.
- STP sélectionne le chemin via le pont ayant la plus faible adresse MAC dans l'identification de pont (pont 4 sur la figure).
- Entre le pont 6 et le pont 4, il y a encore 2 chemins. Ici, c'est l'identification de port qui décide.

Commentaire : L'administrateur laissant pour chaque pont sauf pour le pont racine la valeur prédéfinie à l'état de la livraison de priorité dans l'identification de pont, l'adresse MAC dans l'identification de pont définit seule quel pont devient le nouveau pont racine en cas de défaillance du pont racine actuel.

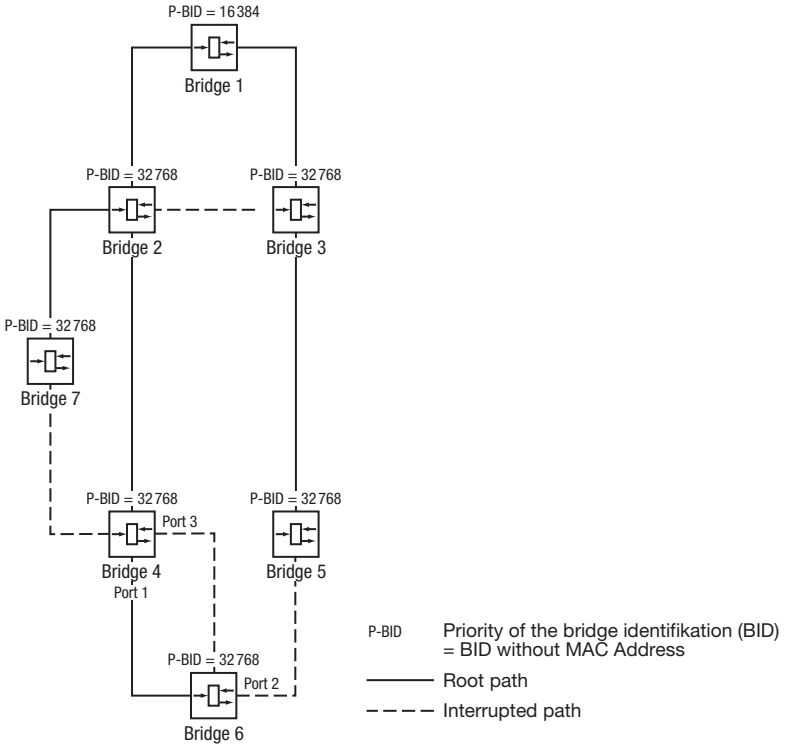

Figure 45 :Exemple de manipulation du chemin racine

5.5 Exemple de manipulation de la structure arborescente

L'agent d'administration du réseau constate bientôt que cette configuration avec le pont 1 comme pont racine (voir page 99 »Exemple de définition du chemin racine«) n'est pas avantageuse. Sur les chemins du pont 1 au pont 2 et du pont 1 au pont 3, les paquets de contrôle que le pont racine envoie à tous les autres ponts s'accumulent.
Si l'agent d'administration configure le pont 2 comme pont racine, la charge des sous-réseaux liée aux paquets de contrôle se répartit nettement mieux. Il en résulte la configuration représentée (voir la figure 46). Les coûts de chemin de la plupart des ponts au pont racine sont inférieurs.

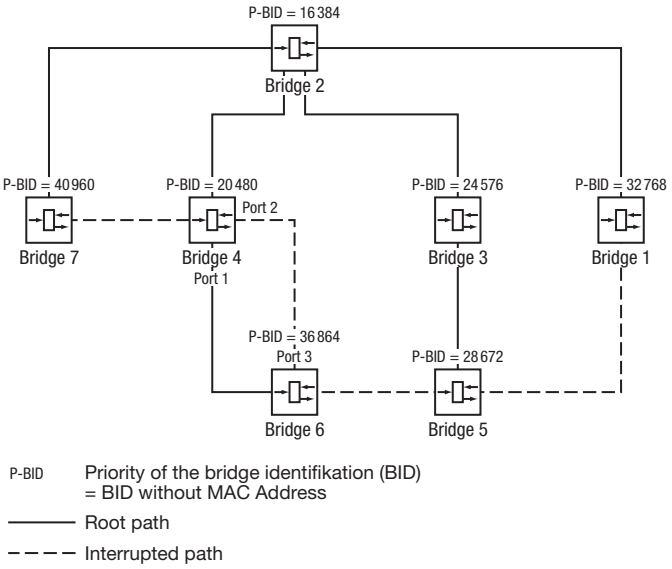

Figure 46 :Exemple de manipulation de la structure arborescente

5.6 Le protocole Rapid Spanning Tree

Le RSTP reprend inchangé le calcul de la structure arborescente du STP. RSTP modifie uniquement les paramètres et ajoute de nouveaux paramètres et mécanismes accélérant ainsi la reconfiguration si une connexion ou un pont tombe en panne.
Les ports jouent un rôle majeur dans ce contexte.

5.6.1 Rôles des ports

RSTP affecte à chaque port de pont l'un des rôles suivants (voir la figure 47) :

- Port racine :
  Port sur lequel un pont reçoit du pont racine des paquets de données ayant les coûts de chemin les plus bas.
  S'il existe plusieurs ports avec des coûts de chemin équivalemment bas, l'identification du pont menant à la racine décide auquel de ses ports le pont plus éloigné de la racine attribue le rôle du port racine.

Si un pont possède plusieurs ports avec des coûts de chemin équivalemment bas au même pont, le pont décide, à l'aide de l'identification de port du pont menant à la racine, le port qu'il sélectionne localement comme port racine (voir la figure 43).
Le pont racine ne possède pas de port racine.

- Port désigné (Designated Port) :
  Le pont d'un segment réseau ayant les coûts de chemin racine les plus bas est le pont désigné (Designated Bridge).
  Si plusieurs ponts ont des coûts de chemin racine identiques, le pont désigné est celui ayant le plus petit chiffre d'identification de pont. Le port de ce pont, grâce auquel le pont connecte le segment réseau à la racine, est le port désigné. Si un pont est relié à plus d'un port avec un segment réseau (par ex. par un concentrateur), le port désigné est celui qui a la meilleure identification de port.
- Edge Port[1]:
  Chaque segment réseau ne comportant aucun autre pont RSTP est relié avec exactement un port désigné. Ce port désigné constitue alors en même temps un port marginal lorsqu'il n'a reçu aucune BPDU (Spanning Tree Bridge Protocol Data Units).
- Port alternatif (Alternate Port) :
  C'est un port bloqué qui endosse la fonction du port racine en cas de panne de la connexion vers le pont racine. Le port alternatif garantit la connexion du pont vers le pont racine.
- Port de remplacement (Backup Port) :
  C'est un port bloqué disponible en remplacement si la connexion vers le port désigné de ce segment réseau (sans pont RSTP, par ex. un concentrateur) ne fonctionne plus.
- Port désactivé (disabled port) :
  C'est un port qui ne joue aucun rôle au sein du protocole Spanning Tree, soit parce qu'il est désactivé, soit parce qu'il n'a pas de connexion.

1. Un port marginal (Edge Port) est un port de terminaux situé au « bord » (angl. « Edge ») d'un réseau commuté.

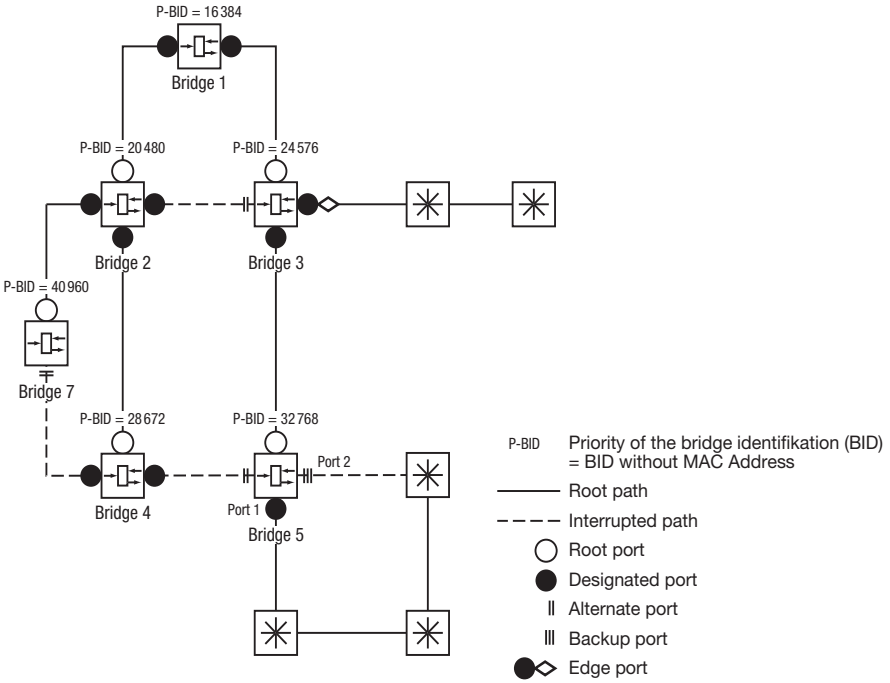

Figure 47 :Affectation des rôles des ports

5.6.2 Statuts de port

En fonction de la structure arborescente et du statut des chemins de connexion sélectionnés, RSTP affecte aux ports leur statut.

Statut du port STP	Statut du port Administrative Bridge	MAC opération-nel	RSTP Statut du port	Topologie active (rôle du port)
DISABLED	Disabled	FALSE	Discarding[a]	Excluded (Disabled)
DISABLED	Enabled	FALSE	Discarding[a]	Excluded (Disabled)
BLOCKING	Enabled	TRUE	Discarding[b]	Excluded (Alternate, Backup)
LISTENING	Enabled	TRUE	Discarding[b]	Included (Root, Designated)
LEARNING	Enabled	TRUE	Learning	Included (Root, Designated)
FORWARDING	Enabled	TRUE	Forwarding	Included (Root, Designated)

Tableau 15 : Relation entre les valeurs de statut de port au sein du STP et du RSTP

a. Le dot1d-MIB affiche « Disabled »
b. Le dot1d-MIB affiche « Blocked »

Signification des statuts du port RSTP :

- Disabled : le port ne fait pas partie de la topologie active
- Discarding : pas d'apprentissage d'adresse dans FDB, pas de trafic de données en dehors des BPDU
- Learning : apprentissage d'adresse activé (FDB), pas de trafic de données en dehors des BPDU
- Forwarding : apprentissage d'adresse activé (FDB), envoi et réception de tous les types de trames (pas seulement BPDU)

5.6.3 Spanning Tree Priority Vector

Pour attribuer des rôles aux ports, les ponts RSTP échangent des informations de configuration entre eux. Ces informations portent le nom de « Spanning Tree Priority Vector ». Elles font partie des RST BPDU et contiennent les informations suivantes :

- Identification du pont racine
- Coûts de chemin racine du pont émetteur
- Identification du pont émetteur
- Identification du port au travers duquel a été envoyé le message
- Identification du port au travers duquel a été reçu le message

Sur la base de ces informations, les ponts impliqués dans le RSTP sont en mesure de déterminer les rôles des ports de manière autonome et de définir le statut de leurs ports locaux.

5.6.4 Reconfiguration rapide

Pourquoi RSTP réagit-il plus vite que STP en cas d'interruption du chemin racine ?

- Introduction de ports marginaux :
  En cas de reconfiguration, RSTP commute un port marginal en mode de transmission au bout de 3 secondes (préréglage) et attend « Hello Time » (voir le tableau 16) pour s'assurer qu'aucun pont émetteur du BPDU n'est raccordé.
  Si l'utilisateur est sûr qu'un terminal est raccordé sur ce port et le reste, il peut désactiver RSTP sur ce port. Il n'y a ainsi aucun temps d'attente en cas de reconfiguration sur ce port.
- Introduction de ports alternatifs :
  Les rôles de port étant répartis en mode normal, un pont peut immédiatement passer du port racine à un port alternatif en cas de perte de liaison au pont racine.
- Communication avec les ponts voisins (liaisons point à point) :
  La communication décentralisée et directe entre les ponts voisins permet une réaction immédiate en cas de changement d'état de la topologie Spanning Tree.
- Tableau d'adresses :
  Avec STP, l'âge des entrées dans le FDB détermine l'actualisation de la communication. Le RSTP supprime immédiatement et de manière ciblée les entrées des ports concernées par une reconfiguration.
- Réaction aux événements :
  Sans avoir à respecter des spécifications temporelles, le RSTP réagit immédiatement aux événements comme notamment l'interruption de connexion et la disponibilité de connexion.

Commentaire : Le prix à payer pour cette reconfiguration rapide est le risque de voir des paquets de données se dupliquer pendant la phase de reconfiguration de la topologie RSTP et/ou arriver désordonnés sur le récepteur. Si cela est inacceptable pour votre application, optez pour le protocole Spanning Tree plus lent ou sélectionnez l'un des procédés de redondance plus rapides décrits dans ce manuel.

5.6.5 Configuration du Rapid Spanning Tree

☐ Etablissez le réseau selon vos besoins.

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE RSTP

Afin d'éviter les boucles pendant la phase de configuration, configurez tous les équipements de l'anneau RSTP individuellement. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements de la configuration RSTP soit terminée.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

☐ Sur les équipements avec commutateurs DIP, réglez ces derniers sur « désactivés » (les deux sur ON) afin que la configuration logicielle soit possible sans limitation.

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Rapid Spanning Tree:Global`.

☐ Activez RSTP sur tous les équipements.

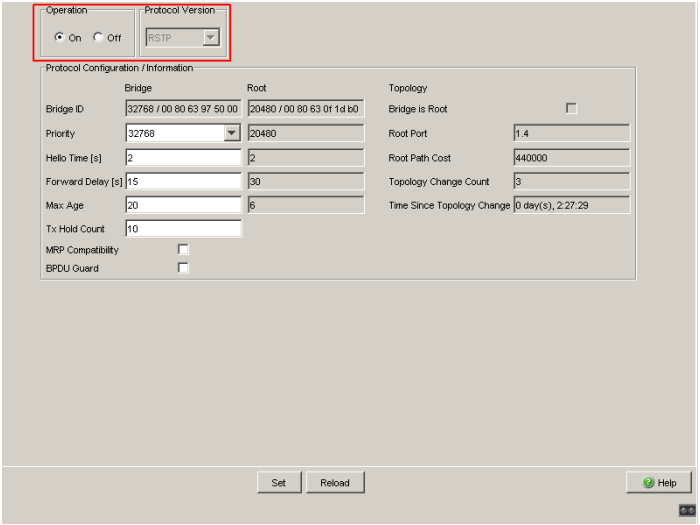

Figure 48 :Activation/désactivation de la fonction

☐ Définissez le Switch souhaité comme pont racine en lui affectant la meilleure priorité (valeur numérique la plus basse) dans l'identification de pont dans le cadre « Protocol Configuration/Information », parmi tous les commutateurs du réseau. Veuillez tenir compte du fait que seuls des multiples de 4.096 (1000H) peuvent être entrés (voir le tableau 16).
Dans le cadre « Root Information », la boîte de dialogue affiche cet équipement comme « Root ».
Un pont racine n'a pas de port racine et de coûts de chemin racine de 0.

☐ En cas de besoin, modifiez de la même manière, sur les autres ponts du réseau, la valeur de priorité par défaut 32.768 en la remplaçant par la
valeur souhaitée (multiple de 4.096).
Pour chacun de ces ponts, vérifiez les affichages
dans le cadre « Root Information » :
– Root ID : indique l'identification du pont racine
– Root Port : indique le port conduisant au pont racine
– Root costs : indique les coûts de chemin racine jusqu'au pont racine
dans le cadre « Protocol Configuration/Information » :
– Priorité : indique la priorité dans l'identification de pont de ce commutateur
– Adresse MAC : indique l'adresse MAC de ce commutateur
– Modifications de la topologie : indique le nombre de modifications depuis
le démarrage du RSTP
– Temps écoulé depuis la dernière modification : indique le temps écoulé depuis la dernière reconfiguration du réseau

☐ Si nécessaire, modifiez les valeurs de « Hello Time », « Forward Delay » et « Max. Age » dans le pont racine. Le pont racine transmet ensuite ces données aux autres ponts. La boîte de dialogue dans la colonne de gauche affiche les données reçues par le pont racine. Dans la colonne de droite, entrez les valeurs qui doivent s'appliquer lorsque ce pont endosse le rôle de pont racine. Pour la configuration, veuillez tenir compte du tableau 16.

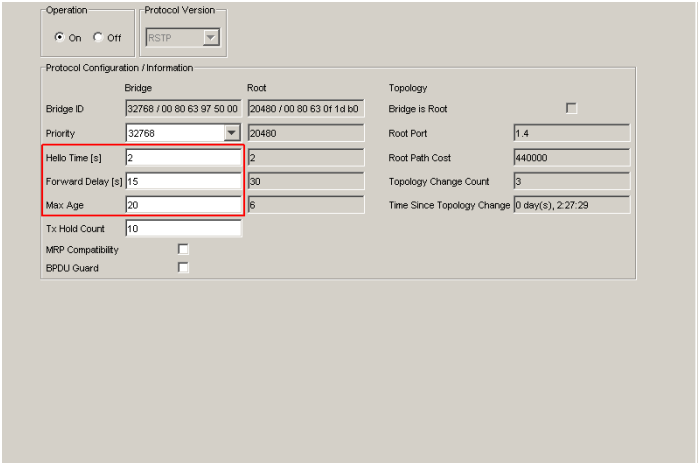

Figure 49 :Affectation de Hello Time, Forward Delay et Max. Age

Les temps entrés dans la boîte de dialogue RSTP Global sont en unités d'une seconde.
Exemple : Hello Time 2 correspond à 2 secondes.

☐ Raccordez maintenant les lignes redondantes.

Paramètres	Signification	Plage de valeurs	Préréglage
Priorité	La priorité et l'adresse MAC forment ensemble l'identification de pont.	0 < n*4.096 (1000H) < 61.440 (F000H)	32.768 (8000H)
Hello Time	Règle le temps Hello Time. Le temps local `Hello Time` indique le temps entre l'envoi de deux messages de configuration (paquets Hello) en secondes. Si l'équipement local a la fonction Root, les autres équipements dans tout le réseau reprennent cette valeur. Sinon, l'équipement local utilise la valeur du Root Bridge dans la colonne de droite « Root ».	1 - 2	2

Tableau 16 : Réglages RSTP globaux

Paramètres	Signification	Plage de valeurs	Préréglage
Forward Delay	Règle le paramètre Forward Delay. Dans le protocole précédant STP, le paramètre Forward Delay était utilisé pour retarder le changement entre les états `disabled`, `discarding`, `learning`, `forwarding`. Depuis l'introduction de RSTP, ce paramètre a une signification moindre étant donné que les ponts RSTP traitent le changement d'état sans temporisation prédéfinie. Si l'équipement local a la fonction Root, les autres équipements dans tout le réseau reprennent cette valeur. Sinon, l'équipement local utilise la valeur du Root Bridge dans la colonne de droite « Root ».	4 - 30 s Respectez la remarque figurant après le tableau.	15 s
Max Age	Règle le paramètre Max. Age. Dans le protocole précédant STP, le paramètre Max Age était utilisé pour indiquer la validité des STP-BPDU en secondes. Dans RSTP, Max Age signifie la longueur de branche maximale admissible (nombre d'équipements jusqu'au Root Bridge). Si l'équipement local a la fonction Root, les autres équipements dans tout le réseau reprennent cette valeur. Sinon, l'équipement local utilise la valeur du Root Bridge dans la colonne de droite « Root ».	6 - 40 s Respectez la remarque figurant après le tableau.	20 s

Tableau 16 : Réglages RSTP globaux

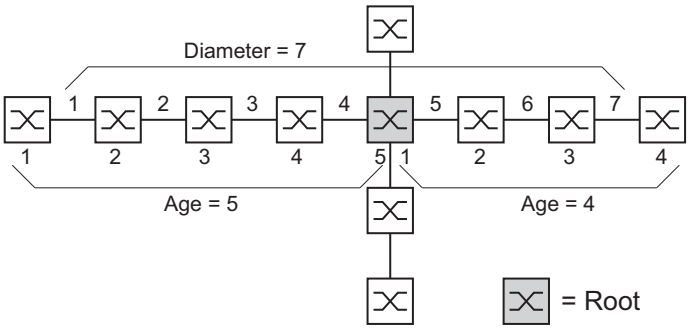

Figure 50 :Définition « Diameter » et « Age »

Le diamètre de réseau (diamètre) est le nombre de connexions entre les deux équipements les plus éloignés du pont racine.

Commentaire : Les paramètres
– Forward Delay et
– Max Age
ont la relation suivante :

Forward Delay ≥ (Max Age/2) + 1

Si vous entrez des valeurs qui ne respectent pas cette relation, l'équipement les remplace par des valeurs par défaut ou par les dernières valeurs valables.

☐ Si nécessaire, modifiez et contrôlez les réglages et les affichages qui se rapportent aux différents ports (boîte de dialogue : `Rapid Spanning Tree:Port`).

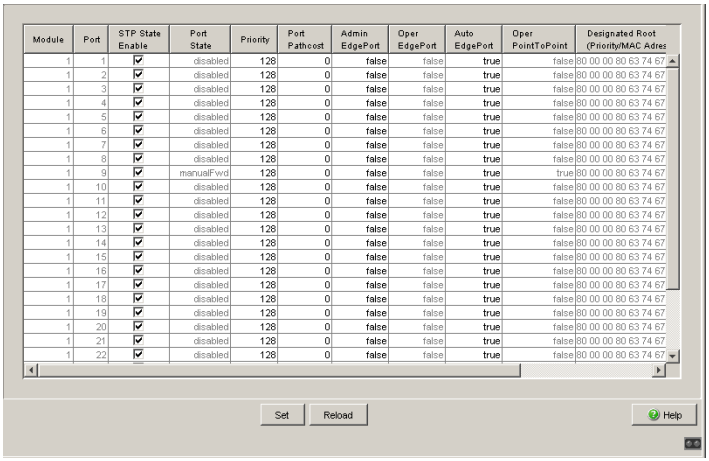

Figure 51 :Configuration du RSTP par port

Commentaire : désactivez le protocole Spanning Tree sur les ports raccordés à un anneau redondant car Spanning-Tree et la redondance en anneau travaillent avec des temps de réaction différents.

Si vous utilisez l'équipement dans un environnement Multiple Spanning Tree (MSTP), l'équipement participe uniquement à l'instance Spanning Tree générale (Common Spanning Tree, CST). Le chapitre correspondant dans le manuel emploie également le terme « instance MST globale » pour décrire ce cas général.

Paramètres	Signification	Plage de valeurs	Préréglage
STP active	Vous pouvez activer ou désactiver ici le protocole Spanning Tree pour ce port. Si Spanning Tree global est activé et désactivé à un port, ce port n'envoie pas de STP-BPDU et rejette les STP-BPDU reçues. **Commentaire :** Si vous souhaitez utiliser parallèlement au protocole Spanning Tree d'autres protocoles de redondance de couche 2 comme anneau HIPER ou un couplage anneau/réseau, assurez-vous de désactiver dans cette boîte de dialogue pour le protocole Spanning Tree les ports participant à ces protocoles. Sinon il se peut que la redondance ne fonctionne pas comme prévu ou que des boucles se forment.	`On`, `Off`	`On`
Port status (read only)	Affiche le statut de port STP concernant la MSTI (IST) globale.	`discarding`, `learning`, `forwarding`, `disabled`, `manualForwarding`, `notParticipate`	-
Port priority	Saisissez ici la priorité de port (les 4 bits supérieurs de l'identifiant de port) concernant la MSTI (IST) globale, sous forme de chiffre décimal de l'octet supérieur du Port ID.	16 ≤ n·16 ≤ 240	128
Port path costs	Saisie des coûts de chemin concernant la MSTI (IST) globale pour privilégier des chemins redondants. Si la valeur est 0, le Switch détermine automatiquement les coûts de chemin pour la MSTI (IST) globale, selon le débit.	0 - 200 000 000	0 (automatique)

Tableau 17 : Réglages et affichages RSTP en fonction des ports

Paramètres	Signification	Plage de valeurs	Préréglage
Admin Edge Port	N'activez ce réglage que si un terminal est raccordé au port. Le port se met alors aussitôt au statut Forwarding après l'établissement d'une liaison sans passer par les statuts STP. Si le port reçoit, malgré tout, une STP-BPDU, l'équipement bloque le port et clarifie son rôle de port STP. Le port peut, pour cela, passer à un autre statut, p. ex. `forwarding`, `discarding`, `learning`. Désactivez le réglage si le port est raccordé à un pont. Après l'établissement de la liaison, le port passe d'abord par les statuts STP avant de se mettre à l'état `forwarding`. Ce réglage s'applique à toutes les MSTI.	`active` (case cochée), `inactive` (case vide)	`inactive`
Oper Edge Port (read only)	L'équipement met l'état « Oper Edge Port » sur `true` s'il ne reçoit aucune STP-BPDU (un terminal est p. ex. raccordé). Il met l'état sur `false` s'il a reçu une STP-BPDU (si un pont est p. ex. raccordé). Cet état s'applique à toutes les MSTI.	`true`, `false`	-
Auto Edge Port	Le réglage Auto Edge Port tient compte de l'équipement uniquement si le paramètre Admin Edge Port est désactivé. Si Auto Edge Port est désactivé, l'équipement met le port à l'état forwarding après l'établissement d'une liaison après 1,5 · `Hello Time` (3 s par défaut). Si Auto Edge Port est désactivé, l'équipement attend, à la place, `Max Age` (20 s par défaut). Ce réglage s'applique à toutes les MSTI.	`active` (case cochée), `inactive` (case vide)	`active`

Tableau 17 : Réglages et affichages RSTP en fonction des ports

Paramètres	Signification	Plage de valeurs	Préréglage
Actual point-to-point (read only)	L'équipement met l'état « Actual point-to-point » sur `true` si le port a une connexion full duplex avec un équipement STP. Sinon, il met l'état sur `false` (si un concentrateur est raccordé p. ex.). La connexion point à point est une connexion directe entre 2 équipements RSTP. La communication directe et décentralisée entre deux ponts entraîne une durée de reconfiguration courte. Cet état s'applique à toutes les MSTI.	`true`, `false` L'équipement détermine l'état à partir du mode duplex : FDX : `true` HDX : `false`	
Received bridge ID (read only)	Affiche le Bridge ID supprimé à partir duquel ce port a reçu dernièrement une STP-BPDU.[a]	Identification du pont (format ppppp / mm mm mm mm mm mm)	-
Received path costs (read only)	Affiche les coûts de chemin du pont supprimé que celui-ci a de son Root Port au Root Bridge CIST.[a]	0-200 000 000	-
Received port ID (read only)	Affiche le Port ID supprimé à partir duquel ce port a reçu dernièrement une STP-BPDU.[a]	Identification du port, format pn nn, avec p : priorité de port / 16, nnn : n° de port, (tous les deux hexadécimaux)	-

Tableau 17 : Réglages et affichages RSTP en fonction des ports

– [a] Ces colonnes vous montrent des informations plus détaillées :
Pour les Designated Ports, l'équipement affiche les informations de la STP-BPDU que le port a reçue en dernier. Cela facilite le diagnostic des éventuels problèmes de STP dans le réseau.
Pour les ports Alternate, Backup et Root, ces informations à l'état stationnaire (topologie statique) sont identiques aux informations désignées.
Si un port n'a pas de liaison ou n'a encore reçu aucune STP-BDPU, l'équipement affiche les valeurs que le port enverrait comme Designated Port.

5.7 Combiner RSTP et MRP

En mode compatibilité MRP, l'équipement vous offre la possibilité de combiner RSTP et MRP.
Avec cette combinaison, les temps de commutation rapides de MRP sont conservés.
Le diamètre de réseau RSTP maximal possible (diamètre) (voir la figure 50) dépend de `Max Age`. Il est valable pour les équipements en dehors de l'anneau MRP.

Commentaire : La combinaison de RSTP et MRP nécessite que le pont racine et le pont racine de remplacement se trouvent tous les deux dans l'anneau MRP.

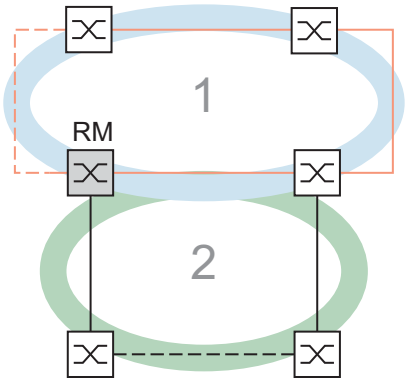

Figure 52 :Combinaison de RSTP et MRP
1 : Anneau MRP
2 : Anneau RSTP
RM : Ring Manager

Pour combiner RSTP et MRP, suivez les étapes suivantes :

- Configurez MRP sur tous les équipements dans l'anneau MRP.
- Fermez la section redondante dans l'anneau MRP.
- Activez RSTP au niveau des ports RSTP et des ports de l'anneau MRP.
- Configurez le pont racine RSTP et le pont racine de remplacement RSTP dans l'anneau MRP :
  - Réglez leur priorité.
  - Si vous dépassez le diamètre RSTP conditionné par la valeur par défaut de `Max Age` = 20, procédez aux réglages correspondants de Max Age et Forward Delay.
- Activez globalement RSTP.
- Activez le mode de compatibilité MRP.
- Une fois les équipements impliqués configurés, raccordez la connexion RSTP redondante.

5.7.1 Exemple d'application de la combinaison de RSTP et MRP

La figure (voir la figure 53) montre un exemple de combinaison de RSTP et MRP.

Paramètre	S1	S2	S3	S4	S5	S6
MRP Settings						
Ring redundancy : MRP version	MRP	MRP			MRP	MRP
Ring Port 1	1.1	1.1			1.1	1.1
Ring Port 2	1.2	1.2			1.2	1.2
Port from MRP Ring to RSTP Network	1.3	1.3	-	-	-	-
Redundancy Manager Mode	On	Off	–	–	Off	Off
MRP Function	On	On	Off	Off	On	On
RSTP Settings						
per port RSTP : STP State Enable	On	On	On	On	On	On
Protocol Configuration: Priority (S2<S1<S3 et S2<S1<S4)	4.096	0	32.768	32.768	32.768	32.768
RSTP:Global: Function	On	On	On	On	On	On
RSTP:Global: MRP compatibility	On	On	–	–	On	On

Tableau 18 : Valeurs de la configuration des commutateurs de l'exemple MRP/RSTP

Conditions nécessaires à la poursuite de la configuration :
- Vous avez effectué les réglages MRP des équipements conformément au tableau ci-dessus.
- La section redondante dans l'anneau MRP est fermée.

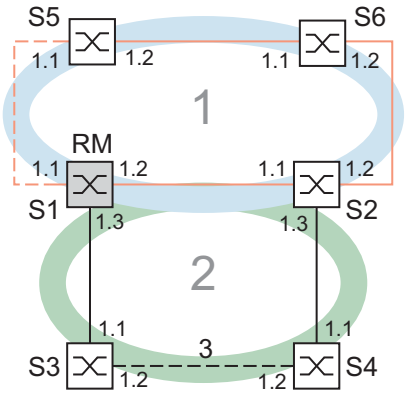

Figure 53 :Exemple d'application de la combinaison de RSTP et MRP
1 : Anneau MRP, 2 : Anneau RSTP, 3 : Connexion redondante RSTP
RM : Ring Manager
S2 est le pont racine RSTP.
S1 est le pont racine RSTP de remplacement.

☐ Activez RSTP au niveau des ports en prenant exemple sur S1 (voir le tableau 18).

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.
`interface 1/1`	Passage en mode de configuration interface du port 1.1.
`spanning-tree port mode`	Activation de RSTP au niveau du port
`exit`	Passage en mode configuration.
`interface 1/2`	Passage en mode de configuration interface du port 1.2.

`spanning-tree port mode`	Activation de RSTP au niveau du port
`exit`	Passage en mode configuration.
`interface 1/3`	Passage en mode de configuration interface du port 1.3.
`spanning-tree port mode`	Activation de RSTP au niveau du port
`exit`	Passage en mode configuration.

☐ Configurez les réglages globaux en prenant exemple sur S1 :
- Priorité RSTP
- Fonction globale
- Mode de compatibilité MRP

`spanning-tree mst priority 0 4096`	Réglage de la priorité RSTP pour l'instance MST 0 sur la valeur 4.096. L'instance MST 0 est l'instance par défaut.
`spanning-tree`	Activation globale de la fonction RSTP
`spanning-tree stp-mrp-mode`	Activation de la compatibilité MRP

☐ Configurez les autres commutateurs S2 - S6 avec leur valeur respective (voir le tableau 18).

☐ Raccordez la connexion RSTP redondante.

5.8 Dual RSTP (TCSESM-E)

5.8.1 Introduction

Les applications industrielles exigent une grande disponibilité de la part de leurs réseaux. Cela implique également le respect de temps d'interruption de communication courts et déterministes lorsqu'un composant réseau tombe en panne.
Une topologie en anneau offre des temps de commutation courts et permet un emploi minimal des ressources, mais exige que les anneaux soient couplés de manière redondante à un réseau supérieur.

Si vous souhaitez utiliser un protocole standard tel que RSTP aussi bien pour la redondance en anneau que pour le couplage à un anneau supérieur, Dual RSTP vous offre des possibilités particulières.

Dual RSTP réunit :
- les avantages du standard RSTP comme la création automatique d'une topologie de redondance sans configuration explicite pour les équipements à l'état de livraison
- des temps de reconfiguration nécessaire courts et déterministes lorsqu'un composant réseau tombe en panne.

Dual RSTP vous permet de coupler plusieurs anneaux secondaires à un anneau primaire (voir la figure 54).
Chaque anneau secondaire constitue une propre instance RSTP, qui fonctionne indépendamment de l'instance RSTP de l'anneau primaire et des autres anneaux secondaires.
Seuls les ponts qui couplent les anneaux ont besoin de la fonction Dual RSTP, les autres ponts fonctionnent avec le RSTP standard.

Lorsqu'un composant réseau d'un anneau secondaire tombe en panne, Dual RSTP atteint un temps de reconfiguration court et déterministe grâce à :
- la topologie en anneau physique,
- un nombre défini de participants à l'anneau et
- une configuration optimisée des priorités de pont RSTP.

Pour un nombre défini de ponts dans l'anneau primaire, Dual RSTP atteint ce temps de reconfiguration court également dans l'anneau primaire. Dual RSTP offre ce temps de reconfiguration également End-to-End entre n'importe quels nœuds d'un réseau composé d'un anneau primaire et de plusieurs anneaux secondaires.

Vous avez la possibilité d'utiliser jusqu'à 16 équipements TCSESM-E dans un sous-anneau. Les deux équipements de l'anneau primaire qui couplent l'anneau secondaire font partie de ce nombre.
Ainsi, Dual RSTP peut atteindre un temps de reconfiguration maximal de 50 ms si un composant réseau d'un anneau secondaire tombe en panne.
Vous avez en plus la possibilité d'utiliser jusqu'à 16 équipements TCSESM-E dans un anneau primaire. Ainsi, Dual RSTP peut également atteindre un temps de reconfiguration maximal de 50 ms dans l'anneau primaire.
Vous pouvez coupler jusqu'à 8 anneaux secondaires à un anneau primaire. Vous pouvez donc coupler jusqu'à 128 ponts (8 x 14 + 16). Au sein de ce réseau, vous pouvez atteindre un temps de reconfiguration End-to-End maximal de 50 ms avec redondance d'équipement.

Si le temps de reconfiguration est soumis à des contraintes moins exigeantes dans l'anneau primaire, vous avez la possibilité :
- d'augmenter le nombre de ponts dans l'anneau primaire et
- de coupler d'autres anneaux secondaires à l'anneau primaire

Au sein des anneaux, vous pouvez utiliser également des équipements autres que TCSESM-E, à condition que ces équipements actualisent suffisamment vite les modifications de topologie RSTP en cas de panne d'un composant réseau.

5.8.2 Couplage des instances Dual RSTP

Vous avez la possibilité de coupler un anneau secondaire à l'anneau primaire via un ou 2 ponts (voir la figure 54). Si vous utilisez 1 pont, vous obtenez une redondance de connexion ; si vous en utilisez 2, vous obtenez en plus une redondance d'équipement.

Couplage des anneaux RSTP avec 2 ponts Dual RSTP

Les ponts qui couplent l'anneau secondaire à l'anneau primaire sont les seuls ponts qui gèrent 2 instances RSTP et réalisent ainsi le Dual RSTP proprement dit. C'est pourquoi ils seront appelés dans la suite « ponts Dual RSTP ». Ce sont des ponts partenaire dans le contexte de Dual RSTP.

Installez 2 ponts Dual RSTP, reliez-les par instance directement entre eux, c'est-à-dire avec 2 connexions. Ces ports s'appellent « ports intérieurs » parce qu'ils relient directement les deux ponts partenaire (voir la figure 54). Chaque pont partenaire a un port intérieur pour l'anneau primaire et un pour l'anneau secondaire.
Les ports qui sont reliés aux autres ponts d'anneau dans l'anneau primaire et l'anneau secondaire s'appellent « ports extérieurs » parce qu'ils font face aux ports intérieurs dans la représentation graphique de la topologie.

Si vous utilisez 2 ponts, l'un des ponts assure activement le couplage de l'anneau secondaire à l'anneau primaire. Ce pont s'appelle Dual RSTP maître, son pont partenaire s'appelle par conséquent Dual RSTP esclave.

Si le Dual RSTP maître tombe en panne, le Dual RSTP esclave prend en charge le couplage des anneaux.
Dès qu'il n'est plus en panne, le Dual RSTP maître assure :

- dans les cas de configuration fixe des rôles `maître` et `esclave` : à nouveau le rôle de `maître` ou
- dans les cas de configuration des deux ponts sur le rôle `auto` : le nouveau rôle `esclave`.

La configuration des deux ponts sur le rôle `auto` a l'avantage de rendre inutile une nouvelle reconfiguration de la topologie lors de la remise en service du maître précédent.

Couplage des anneaux RSTP avec un pont Dual RSTP

Installez un pont Dual RSTP pour coupler un anneau secondaire à un anneau primaire, configurez-le pour le rôle de couplage `single`.

Commentaire : Utilisez le rôle de couplage `single` uniquement pour le couplage d'anneaux avec un pont Dual RSTP.

Lorsqu'un pont Dual RSTP a le rôle `single`, les ports intérieurs et extérieurs ont la même fonction. Vous pouvez intervertir à votre gré les ports intérieurs et extérieurs d'une instance déterminée.

Lorsqu'un pont est utilisé pour le couplage, vous pouvez coupler jusqu'à 16 anneaux secondaires à un anneau primaire. Le pont Dual RSTP qui couple les anneaux fait partie de ce nombre.
Vous pouvez donc coupler jusqu'à 256 ponts (16 x 15 + 16). Au sein de ce réseau, vous pouvez atteindre un temps de reconfiguration End-to-End maximal de 50 ms avec redondance de connexion.

Si le temps de reconfiguration est soumis à des contraintes moins exigeantes dans l'anneau primaire, vous avez la possibilité d'augmenter le nombre de ponts dans l'anneau primaire. Vous pouvez coupler ainsi un plus grand nombre d'anneaux secondaires à l'anneau primaire.

Propriétés des ports des instances primaires et secondaires

Pour les ports des instances primaires et secondaires, tenez compte des indications suivantes :

Commentaire : Seuls les ports d'un pont Dual RSTP qui sont configurés comme des ports d'anneau extérieurs ou intérieurs pour l'anneau secondaire appartiennent à l'instance RSTP secondaire.
Tous les autres ports du pont Dual RSTP appartiennent implicitement à l'instance RSTP primaire.

Commentaire : Vous avez la possibilité de raccorder les types suivants de nœuds de réseau à un port qui appartient implicitement à l'instance primaire d'un pont Dual RSTP :

- terminaux ou
- réseaux fonctionnant sans Spanning Tree.

Pour ces topologies, il n'y a pas de redondance d'équipement et de connexion.

Commentaire : Vous avez la possibilité, au sein de l'anneau primaire ou de l'anneau secondaire, de former des mailles à l'aide de connexions supplémentaires entre les ports de la même instance. Pour ces topologies, il n'y a pas de temps de reconfiguration End-to-End maximal défini de 50 ms au sein de l'instance correspondante.

5.8.3 Topologies et configuration

Possibilités de topologies de Dual RSTP

L'exemple suivant montre la structure de base d'un anneau primaire auquel 3 anneaux secondaires sont couplés.
Les anneaux secondaires 1 et 2 sont couplés à l'anneau primaire à l'aide de 2 ponts Dual RSTP chacun, l'anneau secondaire 3 à l'aide d'1 pont Dual RSTP.
Les coûts de chemin de toutes les connexions au sein d'un anneau sont identiques.

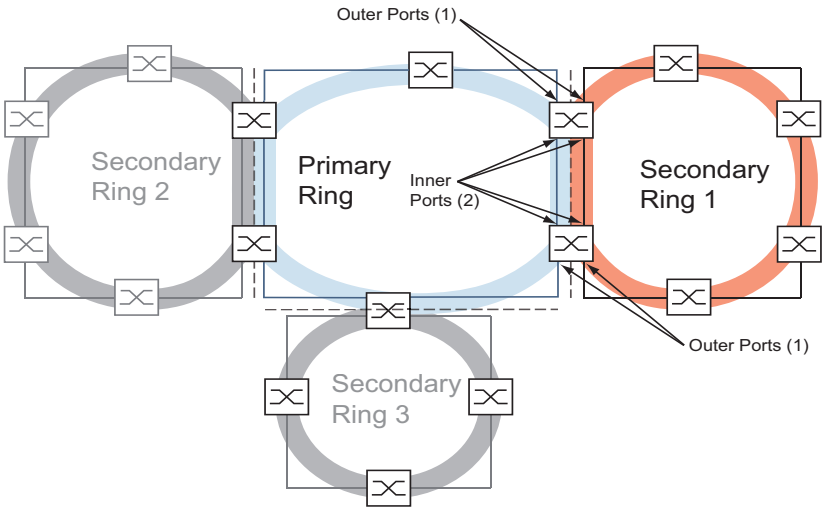

Figure 54 :Anneau primaire avec 3 anneaux secondaires couplés par Dual RSTP,
1 : Ports extérieurs
2 : Ports intérieurs

Configuration de l'anneau primaire

Commentaire : Les chapitres suivants décrivent en premier lieu la configuration générale et ne décrivent pas en détail les étapes de travail. Lorsque vous procédez à une configuration concrète, prenez les mesures nécessaires pour empêcher la formation de boucles.

Pour définir le pont racine et le pont racine de remplacement dans l'anneau primaire, configurez leur priorité de pont RSTP globale. Vous obtenez un temps de reconfiguration court optimal dans l'anneau primaire si le pont racine et le pont racine de remplacement se font face dans l'anneau primaire. Cela est le cas lorsque le pont racine de remplacement a 2 chemins menant au pont racine qui se distinguent au maximum de 1 en termes de longueur de branche.

Configurez les autres ponts qui se trouvent dans l'anneau primaire entre le pont racine et le pont racine de remplacement de manière à ce que les priorités de pont diminuent (et que donc leur valeur numérique augmente) plus les ponts sont éloignés du pont racine.

L'illustration montre un exemple représentant les détails RSTP pour l'anneau primaire. La topologie est réduite et comporte uniquement un anneau primaire et un anneau secondaire. L'ordinateur de configuration est raccordé à l'anneau primaire afin d'éviter toute interruption de communication avec les ponts de l'anneau secondaire en cours de configuration.

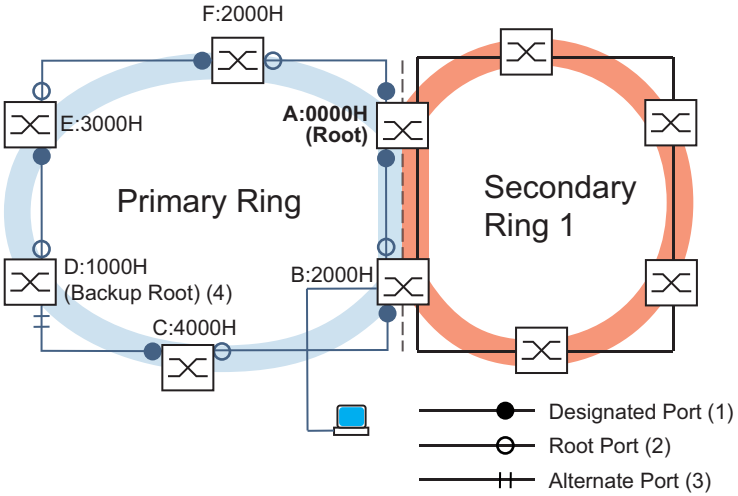

Figure 55 :Anneau primaire avec 1 anneau secondaire couplé,
avec détails de l'anneau primaire,
A..F : désignations des ponts
0000H..4000H : priorités des ponts dans l'anneau primaire
1 : port désigné
2 : port racine
3 : port Alternate
4 : pont racine de remplacement pour anneau primaire

Commentaire : Vous avez la possibilité d'utiliser également l'anneau primaire avec un protocole de redondance d'anneau au lieu de l'utiliser avec RSTP (voir page 17 »Redondance en anneau«).

Configuration de l'anneau secondaire

Pour définir le pont racine et le pont racine de remplacement dans l'anneau secondaire, configurez la priorité de pont Dual RSTP pour les ponts Dual RSTP. Pour les autres ponts de l'anneau secondaire, configurez uniquement leur priorité de pont RSTP globale. Vous obtenez un temps de reconfiguration court optimal dans l'anneau secondaire si le pont racine et le pont racine de remplacement se font face dans l'anneau secondaire.

Configurez, dans l'anneau secondaire également, les autres ponts de manière à ce que les priorités de pont diminuent (et que donc leur valeur numérique augmente) plus les ponts sont éloignés du pont racine.

L'illustration montre un exemple représentant les détails RSTP également pour l'anneau secondaire.

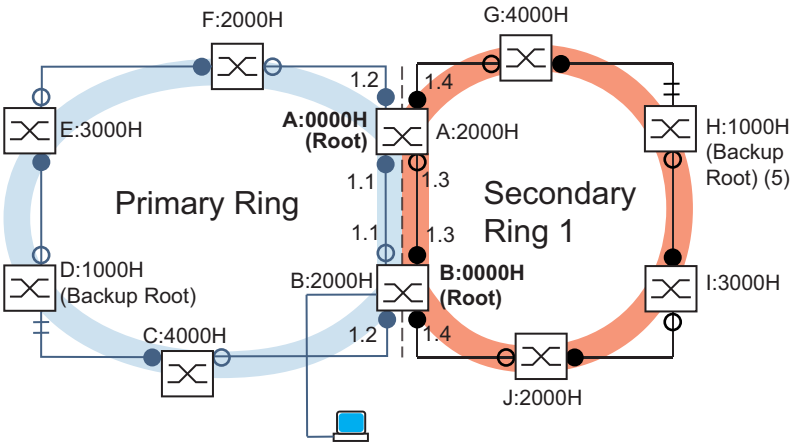

Figure 56 :Anneau primaire avec 1 anneau secondaire couplé, avec détails de l'anneau secondaire, A, B, G - J : désignation des ponts de l'anneau secondaire 0000H..4000H : priorités des ponts, - pour ponts A et B : priorité de pont Dual RSTP - ponts G - J : priorité de pont RSTP globale 5 : pont racine de remplacement pour anneau secondaire

Commentaire : Les rôles de pont racine de l'anneau primaire et de l'anneau secondaire sont indépendants les uns des autres.
Un pont peut être :
- racine RSTP pour les deux anneaux,
- racine RSTP pour un anneau ou
- racine RSTP pour aucun anneau.

Commentaire : Utilisez l'anneau secondaire uniquement avec RSTP.

Configuration du couplage des anneaux

Pour les ponts Dual RSTP, définissez les ports intérieurs et extérieurs aussi bien pour l'anneau primaire que pour l'anneau secondaire.

Ports	Dual RSTP maître (B)	Dual RSTP esclave (A)
Anneau primaire		
Port intérieur	1.1	1.1
Port extérieur	1.2	1.2
Anneau secondaire		
Port intérieur	1.3	1.3
Port extérieur	1.4	1.4

Tableau 19 : Ports d'anneau pour les ponts Dual RSTP

Configurez ensuite le rôle de couplage de chaque pont Dual RSTP.

L'illustration montre un exemple.

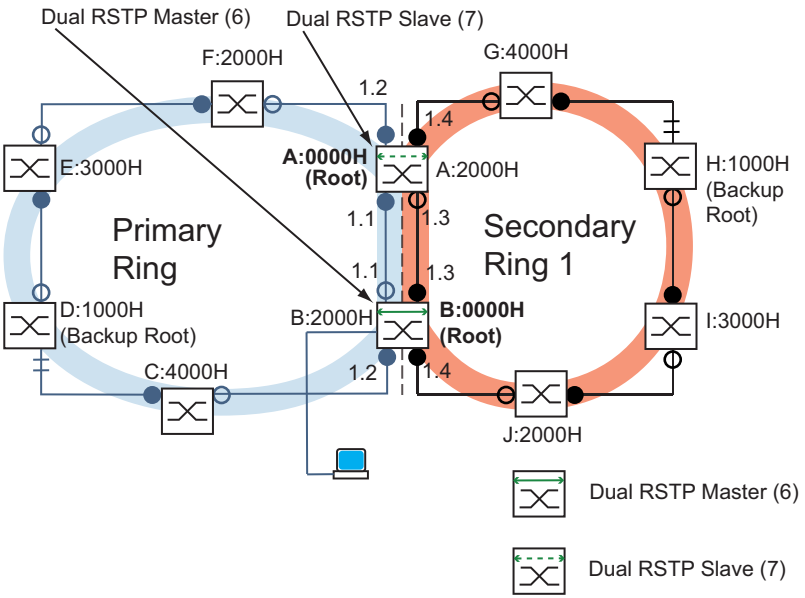

Figure 57 :Anneau primaire avec 1 anneau secondaire couplé,
avec numéros de port et rôles de couplage Dual RSTP,
6 : Dual RSTP maître
7 : Dual RSTP esclave

Commentaire : Les rôles de pont racine et les rôles de couplage sont indépendants les uns des autres.
Un pont peut être Dual RSTP maître et en même temps :

- racine RSTP pour les deux anneaux,
- racine RSTP pour un anneau ou
- racine RSTP pour aucun anneau.

Cela est valable également pour le Dual RSTP esclave.

Activez ensuite Dual RSTP.

5.8.4 Exemple d'utilisation de Dual RSTP

Dans un hangar de production se trouvent plusieurs cellules de production. Les équipements appartenant à une même cellule de production sont déjà reliés au sein d'une structure en réseau de lignes. Ce réseau est raccordé au réseau supérieur du hangar de production. Le réseau du hangar de production est maillé de manière redondante et fonctionne avec RSTP. Tous les équipements sont de type TCSESM-E.

Vous souhaitez :
- équiper le réseau de lignes existant dans les cellules de production d'une redondance d'équipement rapide,
- relier les cellules de production de manière redondante au réseau du hangar de production et
- reconfigurer le réseau du hangar de production de manière à ce qu'il offre des temps de reconfiguration courts et déterministes.

Topologie en réseau existante, réduite à 1 cellule de fabrication :

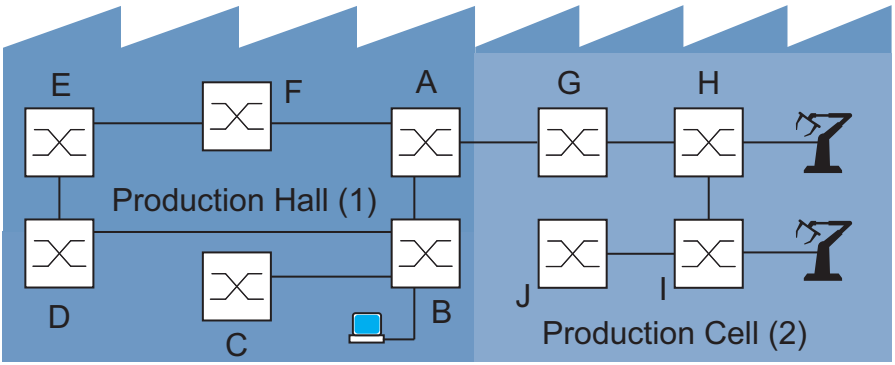

Figure 58 :exemple d'une cellule de fabrication dans un hangar de production, topologie avant l'utilisation de Dual RSTP
1 : hangar de production
2 : cellule de fabrication

Topologie en réseau Dual RSTP souhaitée :

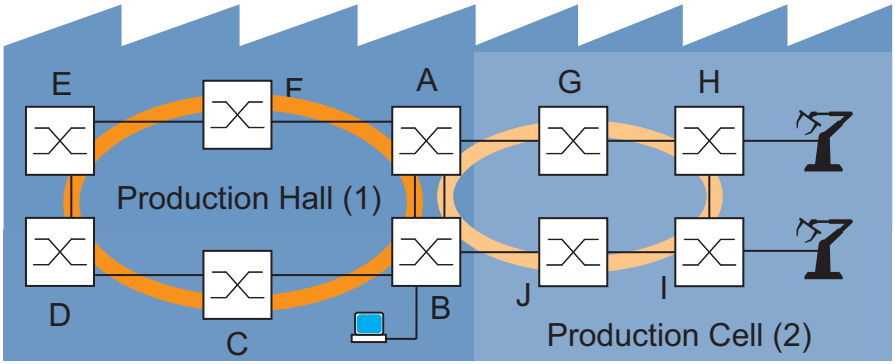

Figure 59 :exemple d'une cellule de fabrication dans un hangar de production, topologie avec utilisation de Dual RSTP
1 : hangar de production
2 : cellule de fabrication

Représentation schématique de la topologie en réseau Dual RSTP souhaitée :

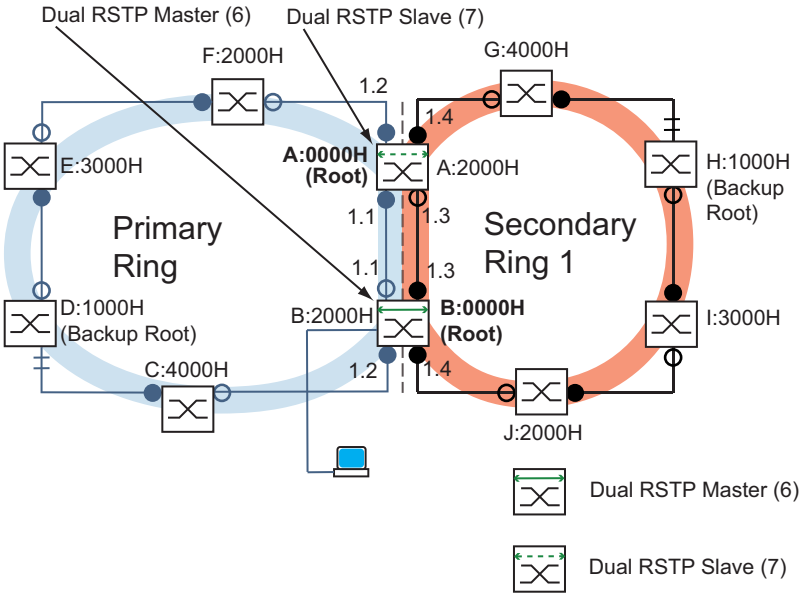

Figure 60 :Représentation schématique de la topologie en réseau Dual RSTP,
6 : Dual RSTP maître
7 : Dual RSTP esclave

Paramètre	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
RSTP Settings										
Priorité de pont (hex.)[a]	0000	2000	4000	1000	3000	2000	4000	1000	3000	2000
Dual RSTP Settings										
Priorité de pont (hex.)[a]	2000	0000	-	-	-	-	-	-	-	-
Anneau primaire, Port intérieur	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Anneau primaire, Port extérieur	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Anneau secondaire, Port intérieur	1.3	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 20 : Valeurs pour la configuration des commutateurs de l'exemple Dual RSTP

Paramètre	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Anneau secondaire, Port extérieur	1.4	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Rôle de couplage	Esclave	Maître	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 20 : Valeurs pour la configuration des commutateurs de l'exemple Dual RSTP

a. Concernant les priorités de pont au format hexadécimal et décimal, voir tableau 21.

Le tableau 20 montre qu'un nombre relativement réduit de réglages suffit à configurer la nouvelle topologie. Vous n'avez à effectuer des réglages Dual RSTP que sur les équipements A et B.

Priorité de pont								
Hexadécimal	0000	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
Décimal	0	4096	8192	12288	16384	20480	24576	28672
Hexadécimal	8000	9000	A000	B000	C000	D000	E000	F000
Décimal	32768	36864	40960	45056	49152	53248	57344	61440

Tableau 21 : Priorités de pont possibles au format hexadécimal et décimal

Conditions nécessaires à la poursuite de la configuration :

- La connexion de l'ancien maillage (dans l'ancienne topologie) de l'anneau secondaire entre les ponts B et D est inactive. Pour cela, vous devez par exemple désactiver manuellement les ports correspondants sur les ponts B et D ou débrancher la liaison.
- Les connexions entre les ponts C et D ainsi qu'entre les ponts J et B sont inactives. Pour cela, vous devez par exemple désactiver manuellement les ports correspondants sur les ponts avant de brancher les liaisons.
- La connexion de l'anneau secondaire entre les ponts A et B est inactive.
- RSTP est actif sur tous les équipements, les paramètres sont à l'état de livraison.
- Votre ordinateur de configuration est raccordé à l'anneau primaire.
- Vous avez ouvert l'interface Web ou l'interface de ligne de commande des équipements A et B et
- vous avez accès aux interfaces utilisateur des équipements C - J.

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE BOUCLE DUAL RSTP

- Configurez individuellement tous les équipements de la configuration Dual RSTP. Avant de raccorder la section redondante, patientez jusqu'à ce que la configuration de tous les équipements de la configuration Dual RSTP soit terminée.
- Configurez la temporisation dans la configuration de couplage Dual RSTP de façon à ce qu'elle soit plus longue que le temps de coupure le plus long de l'instance la plus rapide du protocole de redondance.
- Dans une topologie avec 2 ponts de couplage, configurez les rôles de couplage des deux équipements uniquement comme « Master », « Slave » ou « Auto ».
- Couplez l'instance primaire et l'instance secondaire uniquement via un (dans le cas d'une topologie avec un pont Dual RSTP) ou deux pont(s) Dual RSTP (dans le cas d'une topologie avec deux ponts Dual RSTP). Veillez à ce que tous les ports de l'instance primaire soient séparés de tous les ports des instances secondaires.
- Sur un port, activez le réglage « Admin Edge Port » uniquement si un terminal est raccordé au port.

Le non-respect de ces instructions peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ainsi que des dégâts matériels.

Configuration des paramètres RSTP globaux des ponts Dual RSTP

Pour cela, il vous faut, parmi les données de la tâche du tableau 20, les priorités de pont RSTP des ponts A und B qui sont récapitulées dans le tableau 22 suivant.

Paramètre RSTP	A	B
Priorité de pont (hex.)	0000	2000
Priorité de pont (déc.)	0	8192

Tableau 22 : Priorités de pont RSTP des ponts A et B

Commentaire : les instructions suivantes décrivent en détail la configuration des ponts Dual RSTP (A et B) et seulement brièvement celle des autres ponts (C - J).

- ☐ Dans l'interface Web de l'équipement **A**, sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Spanning Tree:Global`.
- ☐ Pour « Priority », sélectionnez la valeur `0`.
- ☐ Cliquez sur « Set ».

- ☐ Dans l'interface Web de l'équipement **B**, sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Spanning Tree:Global`.
- ☐ Pour « Priority », sélectionnez la valeur `8192`.
- ☐ Cliquez sur « Set ».

Sélectionnez l'interface de ligne de commande de l'équipement **A**.

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.
`spanning-tree mst priority 0 0`	Placez la priorité RSTP pour instance MST 0 sur la valeur 0. L'instance MST 0 est l'instance MST globale ou instance par défaut.

Sélectionnez l'interface de ligne de commande de l'équipement **B**.

`enable`	Passage en mode Privileged EXEC.
`configure`	Passage en mode configuration.
`spanning-tree mst priority 0 8192`	Placez la priorité RSTP pour instance MST globale sur la valeur 8.192.

Configuration des paramètres RSTP globaux des autres ponts

Configurez maintenant les autres ponts.
Pour cela, il vous faut, parmi les données de la tâche, les priorités de pont RSTP qui sont récapitulées dans le tableau 23 suivant.

Paramètre RSTP	C	D	E	F	G	H	I	J
Priorité de pont (hex.)	4000	1000	3000	2000	4000	1000	3000	2000
Priorité de pont (déc.)	16384	4096	12288	8192	16384	4096	12288	8192

Tableau 23 : Priorités de pont RSTP des ponts C - J

- ☐ Placez la priorité de pont RSTP de l'équipement **C** sur 16384 (4000H) et activez le réglage.
- ☐ Placez la priorité de pont RSTP de l'équipement **D** sur 4096 (1000H) et activez le réglage.
- ☐ Placez la priorité de pont RSTP de l'équipement **E** sur 12288 (3000H) et activez le réglage.
- ☐ Placez la priorité de pont RSTP de l'équipement **F** sur 8192 (2000H) et activez le réglage.
- ☐ Placez la priorité de pont RSTP de l'équipement **G** sur 16384 (4000H) et activez le réglage.
- ☐ Placez la priorité de pont RSTP de l'équipement **H** sur 4096 (1000H) et activez le réglage.
- ☐ Placez la priorité de pont RSTP de l'équipement **I** sur 12288 (3000H) et activez le réglage.
- ☐ Placez la priorité de pont RSTP de l'équipement **J** sur 8192 (2000H) et activez le réglage.

Configuration des paramètres Dual RSTP des ponts Dual RSTP

Pour cela, il vous faut, parmi les données de la tâche, les paramètres Dual RSTP spécifiques des ponts A et B.
Il s'agit des priorités de pont Dual RSTP, des ports d'anneau et des rôles de couplage qui sont récapitulés dans le tableau 24 suivant.

Paramètre Dual RSTP	A	B
Priorité de pont Dual RSTP (hex.)	2000	0000
Priorité de pont Dual RSTP (déc.)	8192	0
Anneau primaire, Port intérieur	1.1	1.1
Anneau primaire, Port extérieur	1.2	1.2
Anneau secondaire, Port intérieur	1.3	1.3
Anneau secondaire, Port extérieur	1.4	1.4
Rôle de couplage	Esclave	Maître

Tableau 24 : Paramètres Dual RSTP des ponts A et B

- ☐ Dans l'interface Web de l'équipement **A**, sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Spanning Tree:Dual RSTP`.
- ☐ Pour « Priority », sélectionnez la valeur `8192`.
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Primary Ring », sélectionnez la valeur `1.1` pour « Inner Port ».
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Primary Ring », sélectionnez la valeur `1.2` pour « Outer Port ».
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Secondary Ring », sélectionnez la valeur `1.3` pour « Inner Port ».
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Secondary Ring », sélectionnez la valeur `1.4` pour « Outer Port ».
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Coupler Configuration », sélectionnez la valeur `slave` pour « Role ».
- ☐ Dans le cadre « Operation », cliquez sur « On ». Vous activez ainsi la fonction Dual RSTP.
- ☐ Cliquez sur « Set ».

- ☐ Dans l'interface Web de l'équipement **B**, sélectionnez la boîte de dialogue `Redundancy:Spanning Tree:Dual RSTP`.
- ☐ Pour « Priority », sélectionnez la valeur `0`.

- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Primary Ring », sélectionnez la valeur `1.1` pour « Inner Port ».
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Primary Ring », sélectionnez la valeur `1.2` pour « Outer Port ».
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Secondary Ring », sélectionnez la valeur `1.3` pour « Inner Port ».
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Secondary Ring », sélectionnez la valeur `1.4` pour « Outer Port ».
- ☐ Dans le cadre « Dual RSTP Coupler Configuration », sélectionnez la valeur `master` pour « Role ».
- ☐ Dans le cadre « Operation », cliquez sur « On ». Vous activez ainsi la fonction Dual RSTP.
- ☐ Cliquez sur « Set ».

Sélectionnez l'interface de ligne de commande de l'équipement **A**.

`spanning-tree priority 0 8192 drstp`	Place la priorité RSTP pour instance DUAL RSTP sur la valeur 8.192.
`spanning-tree drstp port primary inner 1/1`	Sélectionne le port 1.1 comme port intérieur de l'anneau primaire Dual RSTP.
`spanning-tree drstp port primary outer 1/2`	Sélectionne le port 1.2 comme port extérieur de l'anneau primaire Dual RSTP.
`spanning-tree drstp port secondary inner 1/3`	Sélectionne le port 1.3 comme port intérieur de l'anneau secondaire Dual RSTP.
`spanning-tree drstp port secondary outer 1/4`	Sélectionne le port 1.4 comme port extérieur de l'anneau secondaire Dual RSTP.
`spanning-tree drstp role slave`	Configure cet équipement comme Dual RSTP esclave.
`spanning-tree drstp`	Active Dual RSTP sur cet équipement.
`exit`	Passage en mode Privileged EXEC.

Sélectionnez l'interface de ligne de commande de l'équipement **B**.

`spanning-tree priority 0 0 drstp`	Place la priorité RSTP pour instance DUAL RSTP sur la valeur 0.
`spanning-tree drstp port primary inner 1/1`	Sélectionne le port 1.1 comme port intérieur de l'anneau primaire Dual RSTP.
`spanning-tree drstp port primary outer 1/2`	Sélectionne le port 1.2 comme port extérieur de l'anneau primaire Dual RSTP.
`spanning-tree drstp port secondary inner 1/3`	Sélectionne le port 1.3 comme port intérieur de l'anneau secondaire Dual RSTP.
`spanning-tree drstp port secondary outer 1/4`	Sélectionne le port 1.4 comme port extérieur de l'anneau secondaire Dual RSTP.
`spanning-tree drstp role master`	Configure cet équipement comme Dual RSTP maître.

`spanning-tree drstp`	Active Dual RSTP sur cet équipement.
`exit`	Passage en mode Privileged EXEC.

Contrôle de la configuration

☐ Activez les nouvelles connexions redondantes :

- la connexion des ports intérieurs pour l'anneau secondaire entre les équipements A, port 1.4 et B, port 1.3
- le bouclage de l'anneau secondaire entre les équipements G et H ainsi que
- le bouclage de l'anneau primaire entre les équipements C et D.

☐ Vérifiez les réglages. Comparez à cet effet :

- les rôles de pont réels dans l'anneau primaire avec les rôles de pont souhaités :
  - pont A doit être le pont racine,
  affichage dans l'interface Web : boîte de dialogue `Redundancy:Spanning Tree:Global`, colonne « Topology », affichage pour « Bridge is Root »,
  affichage dans l'interface de ligne de commande : `show spanning-tree brief`
- les 4 ports que vous avez configurés en tant que ports intérieurs et ports extérieurs dans l'anneau primaire et l'anneau secondaire avec les indications qui figurent dans le tableau 20,
  interface Web : boîte de dialogue `Redundancy:Spanning Tree:Dual RSTP`, cadre « Dual RSTP Primary Ring » et « Dual RSTP Secondary Ring »),
  interface de ligne de commande : `show spanning-tree drstp`
- les rôles de pont réels dans l'anneau secondaire avec les rôles de pont souhaités :
  - pont B doit être le pont racine,
  interface Web : boîte de dialogue `Redundancy:Spanning Tree:Dual RSTP`, colonne « Topology », affichage pour « Bridge is Root »,
  interface de ligne de commande : `show spanning-tree drstp`

- les rôles de port réels des ponts dans l'anneau primaire avec les rôles de port souhaités :
  - le pont D doit placer son port menant au pont C dans le rôle `alternate`,
  interface Web : boîte de dialogue `Redundancy:Spanning Tree:Port`, colonne « Port Role »),
  interface de ligne de commande : `show spanning-tree interface 1/<port>`
  - les autres ports des ponts menant en direction du pont racine A doivent être placés dans le rôle `root`,
  - les autres ports des ponts menant au pont racine de remplacement D doivent être placés dans le rôle `designated`,
- les rôles de port réels des ponts dans l'anneau seondaire avec les rôles de port souhaités :
  - le pont H doit placer son port menant au pont G dans le rôle `alternate`,
  - les autres ports des ponts menant en direction du pont racine B doivent être placés dans le rôle `root`,
  - les autres ports des ponts menant au pont racine de remplacement H doivent être placés dans le rôle `designated`,

Fin de la configuration

Enregistrez les réglages dans la mémoire non volatile.

☐ Dans l'interface Web de l'équipement **A**, sélectionnez la boîte de dialogue `Basic Settings:Load/Save`.
☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Basic settings:Load/Save`.
☐ Dans le cadre « Save », cliquez sur « to Device ».
Cliquez sur « Save ». L'équipement enregistre les données de configuration actuelles dans la mémoire locale non volatile et, si une EAM est raccordée, également sur l'EAM.

☐ Dans l'interface Web de l'équipement **B**, sélectionnez la boîte de dialogue `Basic Settings:Load/Save`.

☐ Sélectionnez la boîte de dialogue `Basic settings:Load/Save`.
☐ Dans le cadre « Save », cliquez sur « to Device ».
Cliquez sur « Save ». L'équipement enregistre les données de configuration actuelles dans la mémoire locale non volatile et, si une EAM est raccordée, également sur l'EAM.

Sélectionnez l'interface de ligne de commande de l'équipement **A**.

`copy system:running-config nvram:startup-config`	Enregistrer la configuration actuelle dans la mémoire non volatile.

Sélectionnez l'interface de ligne de commande de l'équipement **B**.

`copy system:running-config nvram:startup-config`	Enregistrer la configuration actuelle dans la mémoire non volatile.

☐ Enregistrez également les réglages des équipements C - J dans la mémoire non volatile.

A Index

A
Age 114
Alternate Port 105
Anneau 17
Anneau Fast HIPER (Port VLAN ID) 13
Anneau HIPER 8
Anneau primaire (Dual RSTP) 124, 129
Anneau secondaire (Dual RSTP) 124, 131

B
Backup Port 105
Boucles 74, 76, 83, 85
BPDU 96
Bridge Identifier 92
Bridge Protocol Data Unit 96

C
Charge réseau 89, 91
Commutateur DIP 21
Configuration failure 25, 31, 37
Connexions redondantes 89
Couplage (Dual RSTP) 125
Couplage en anneau 8
Couplage en anneau (Dual RSTP) 125
Couplage en anneau/réseau 13
Couplage redondant 13, 16
Couplage redondante 13
Coûts 93
Coûts de chemin 96
Coûts de chemin racine 92

D
Designated Bridge 105
Designated Port 105
Diameter 114
Disabled Port 105
DRSTP 124
Dual RSTP 124
Dual RSTP exemple d'utilisation 134
Dual RSTP, rôle automatique 126
Dual RSTP, rôle d'esclave 126
Dual RSTP, rôle de maître 126
Dual RSTP, rôle single 126

E
Edge Port 105
Exemple d'utilisation de Dual RSTP 134
Exemple Dual RSTP 134

F
Fonction RM 17
Forward Delay 113

f
fonctions de redondance 13

G
Gestionnaire d'anneau 19
Gestionnaire de redondance 19

H
Hello Time 112

I
Identification de port 92
Instance RSTP (Dual RSTP) 124

L
Loops 74, 76, 83, 85

M
Max Age 113
Mode Advanced 27
MRP 8

N
Numéro de port 95

P
Pont Dual RSTP 126
Pont racine 96
Pont racine de remplacement, anneau primaire (Dual RSTP) 129
Pont racine de remplacement, anneau secondaire (Dual RSTP) 131
Pont racine, anneau primaire (Dual RSTP) 129
Pont racine, anneau secondaire (Dual RSTP) 131
Ponts partenaire (Dual RSTP) 126
Port alternatif 105
Port de remplacement 105
Port désactivé (Spanning Tree) 105
Port désigné 105
Port extérieur (Dual RSTP) 126, 128
Port Identifier 92
Port intérieur (Dual RSTP) 126, 128
Port racine 105

Priorité de port (Spanning Tree) 95
Priorités de pont, anneau primaire (Dual RSTP) 129
Priorités de pont, anneau secondaire (Dual RSTP) 131

R

Rapid Spanning Tree 13
Reconfiguration 91
Redondance 8
Redondance d'anneau HIPER-Ring 13
Redondant 17
Redundancy existing 25, 31, 37
Rôle automatique (Dual RSTP) 126
Rôle single (Dual RSTP) 126
Rôles de pont racine (Dual RSTP) 132, 133
Rôles Dual RSTP 133
RST BPDU 105, 107
RSTP 13

S

Sous-anneau 13
Statut des ports 106
Structure en anneau 18
Symbole 10

T

Topologie Dual RSTP 128
Topologie, Dual RSTP 128

V

VLAN (réglages pour anneau HIPER) 25