

Synthèse de routes, VLSM et CIDR

Module R4 – RT1A IUT de Caen à IFS

Sommaire

- **Synthèse de routes**
- **VLSM : Masques de sous-réseau de longueur variable**
- **Protocole de routage avec classe (*classful*) et sans classe (*classless*)**
- **CIDR : Classless InterDomain Routing**
- **Références**

Synthèse de routes

Pourquoi la synthèse de routes

- **Problèmes de la taille des tables de routage :**
 - Une table volumineuse consomme davantage de mémoire.
 - Plus de temps CPU pour acheminer des paquets.
- **Réduire la table de routage ne peut avoir que des avantages :**
 - La **synthèse de routes** permet cela tout en conservant des routes vers toutes les destinations du réseau.

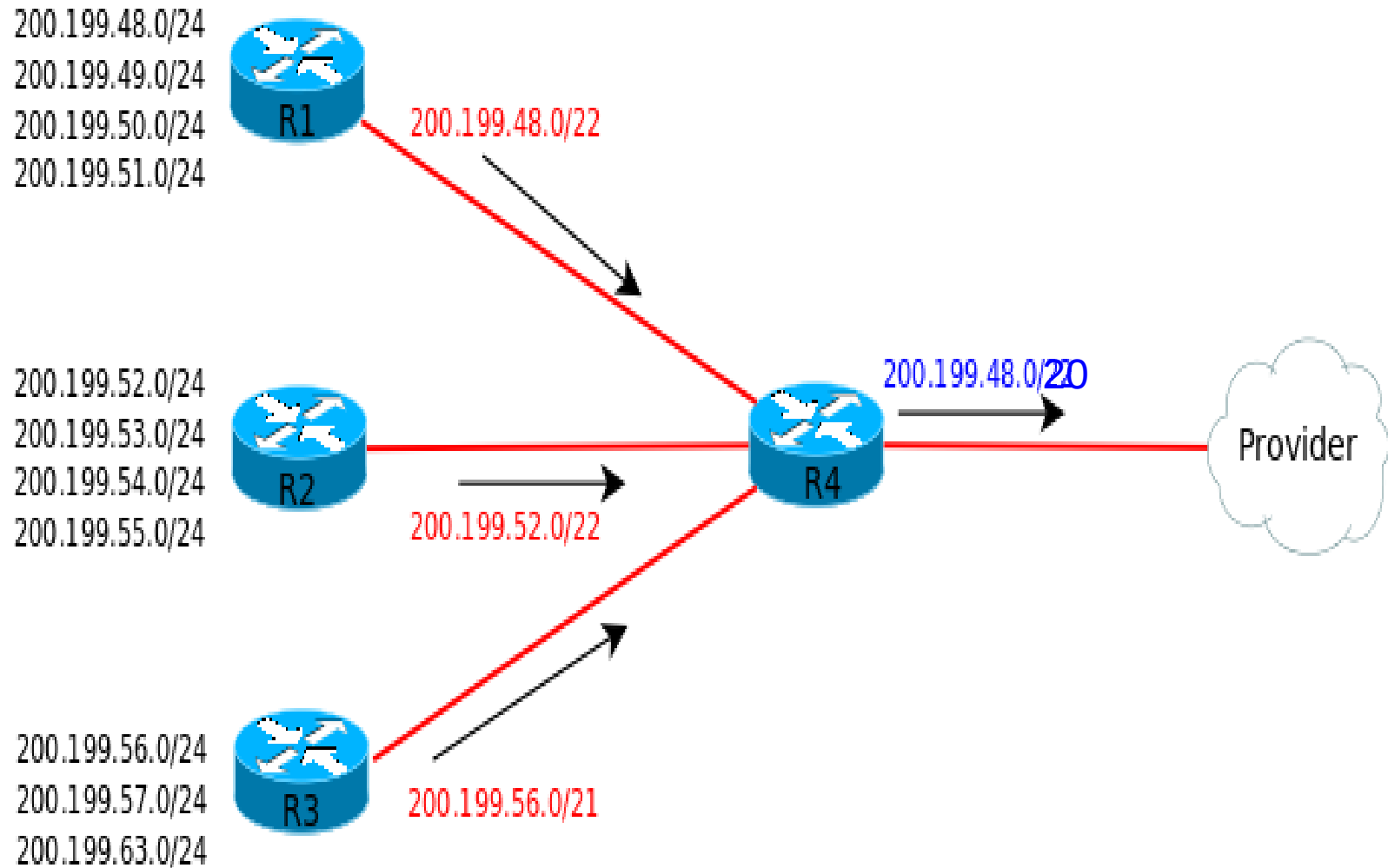
Synthèse de routes (1)

- **Avantages :**
 - **Réduction du trafic :**
 - Le routeur annonce qu'une **route résumée**.
 - **Réduction de la taille des tables de routage.**
 - Moins de temps pour acheminer les paquets .
 - **Regrouper une multitude de réseaux en une seule adresse réseau.**
 - **Convergence plus rapide :**
 - Plus besoin d'annoncer les changements d'états des sous-réseaux individuels.
 - Les changements topologiques du réseau sont cachés dans la route résumée.

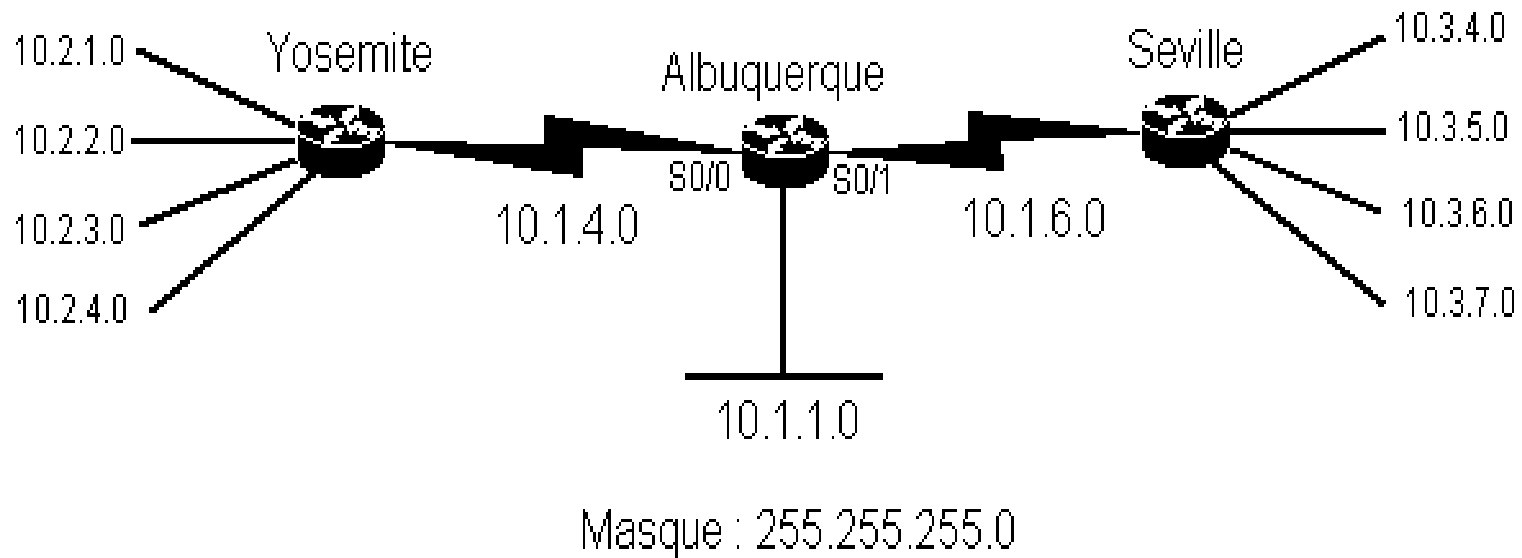
Synthèse de routes (2)

- Principe :
 - Remplacer plusieurs routes spécifiques par une seule route plus générique qui englobe toutes les adresses IP des sous-réseaux contenus dans ces routes initiales.

Synthèse de routes (3)



Exemple



- Les sous-réseaux qui partent de *Albuquerque* débutent par 10.1
- Tous ceux accessibles depuis *Yosemite* débutent par 10.2, et tous ceux accessibles via *Seville* débutent par 10.3

Table de routage de Albuquerque

- Sans la synthèse de routes :
 - Quatre routes vers chacun des sous-réseaux en direction de *Yosemite* et en direction de *Seville* :
 - 11 sous-réseaux ayant pour masque 255.255.255.0
- Avec la synthèse de routes :
 - Les routes qui partent de Yosemite et de Seville **peuvent être synthétisées** :
 - On peut remplacer chaque groupe de quatre routes par une seule route.

Table de routage de Albuquerque

- **Après la synthèse de routes :**
 - Albuquerque contient maintenant une **route 10.2.0.0** avec un **masque 255.255.0.0** (notation préfixée /16) :
 - Aucun des sous-réseaux initiaux commençant par 10.2 n'y figure.
 - Idem pour la route 10.3.0.0/16
 - Plus d'un masque de sous-réseau est utilisé sur le réseau (emploi de l'expression "**variably subnetted**") :
 - En raison de la synthèse, Albuquerque connaît des routes /24 ainsi que des routes /16 sur le réseau 10.0.0.0
 - Support de VLMS (**Masques de sous-réseau de longueur variable**).

Table de routage de Yosemite

- **Après la synthèse de routes :**
 - Les quatre routes 10.2 apparaissent toujours :
 - **Il s'agit de sous-réseaux directement connectés** (directly connected)
 - On ne voit plus les quatre routes 10.3, mais à la place on trouve la route résumée :
 - **Albuquerque n'annonce que la route résumée 10.3.0.0/16.**
 - Ajout d'une **route 10.2.0.0/16** avec comme interface de sortie **NULL0** :
 - Les paquets destinés à d'autres adresses 10.2 qui sont en dehors des quatre sous-réseaux 10.2 existants doivent être supprimés car ils correspondent à la route nulle.
 - Le protocole de routage **EIGRP** a ajouté cette route en réaction à la synthèse de route (commande ***ip summary-address***).

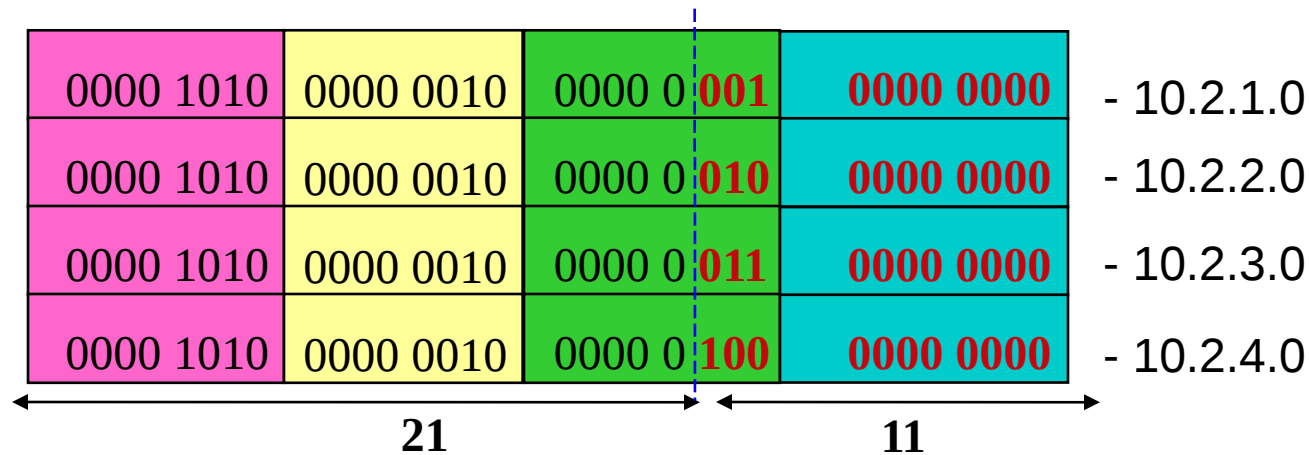
Principe de synthèse de routes

- La route résumée 10.2.0.0/16 contient de nombreuses adresses qui **ne se trouvent pas** dans ces sous-réseaux (exemple, le sous-réseau 10.2.5.0/24).
- Il peut être donc utile de déterminer à la place **la meilleure synthèse** (la route résumée **la plus précise**).

Principe de synthèse de routes

- **Processus générique pour la synthèse de routes :**
 1. Identifier la partie commune dans les numéros de sous-réseaux, en procédant de la gauche vers la droite.
 2. Le numéro de sous-réseau de la route résumée correspond à la partie commune des numéros de sous-réseaux qu'elle englobe, et des 0 binaires dans le reste.
 3. Le masque de sous-réseau de la route résumée contient des 1 binaires dans la partie commune et des 0 binaires dans le reste.
 4. Vérifier que la synthèse inclut toutes les adresses de ces sous-réseaux.
- **Remarque :** La synthèse de route résultante peut être différente selon que l'on travaille au niveau octet ou au niveau bit.

Exemple de meilleure synthèse sur Yosemite



- Partie commune des 4 sous-réseaux est constituée de 21 bits

(1) Numéro de sous-réseau pour la route résumée est :
0000 1010 0000 0010 0000 0 | 000 0000 0000 – 10.2.0.0

(1) Masque de la route résumée est :
1111 1111 1111 1111 1111 1 | 000 0000 0000 – 255.255.248.0

- La 1ere @ip valide est 10.2.0.1 et la dernière @ip valide est 10.2.7.254

Variable Length Subnet Masks

Pourquoi VLSM ?

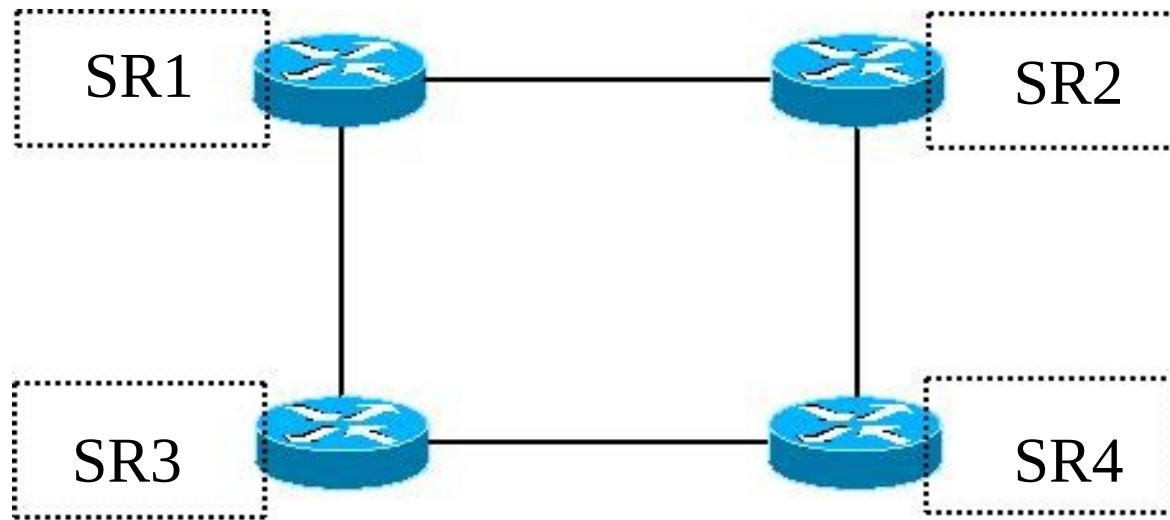
- VLSM a été développé pour les raisons suivantes:
 - Pénurie d'adresses IPv4
 - En 1992, la moitié des adresses de la classe B étaient allouées (IETF 92)
- Pour pallier au manque d'adresses IPv4:
 - Subnetting en 85,
 - Variable length subnet Masks (RFC 1009 en 1987),
 - Classless Inter Domain Routing (RFCs 1517, 1518, 1519 et 1520 en 1993)
 - Network address Translation (NAT)
- Solution ultime: IPv6 (sur 128 bits):
 - 340,283,366,920,938,463,374,607,431,768,211,456 adresses.

Masques de sous-réseaux de longueur variable

- Permet la subdivision d'une adresse de sous-réseaux en sous-réseaux :
 - Plusieurs masques de sous-réseaux.
 - Obligation d'utiliser un protocole de routage supportant VLSM.
- Permet de réduire le nombre d'@IP gaspillées dans chaque sous-réseau:
 - Avec VLSM, certains réseaux peuvent être plus petits et d'autres plus grands, ce qui limite le gaspillage d'adresses IP.

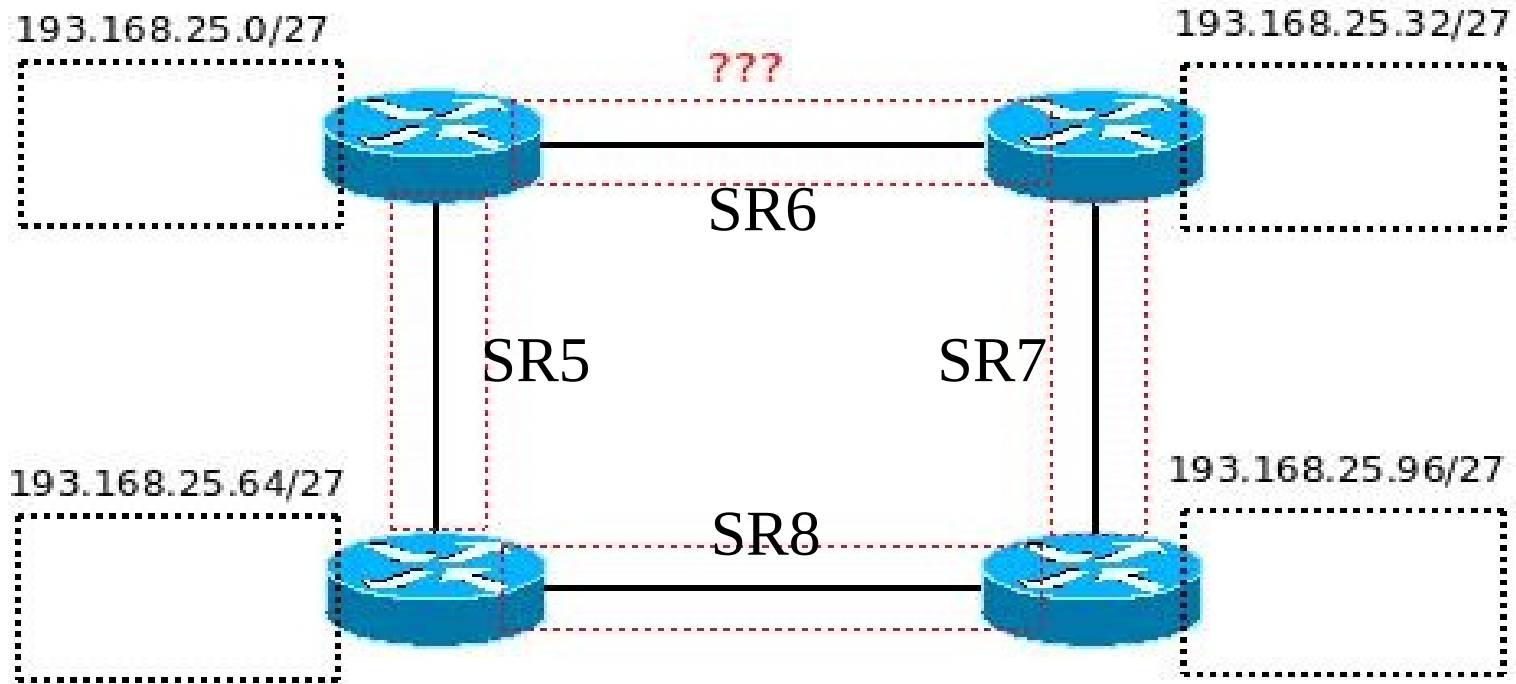
Sans VLSM (1)

Exemple: Une entreprise ayant une adresse 193.168.25.0/24 veut créer 4 sous-réseaux de 30 machines.



30 machines → **5 bits** id_machine,
3 bits id_sous-réseaux → 8 sous-réseaux disponibles.

Sans VLSM (2)



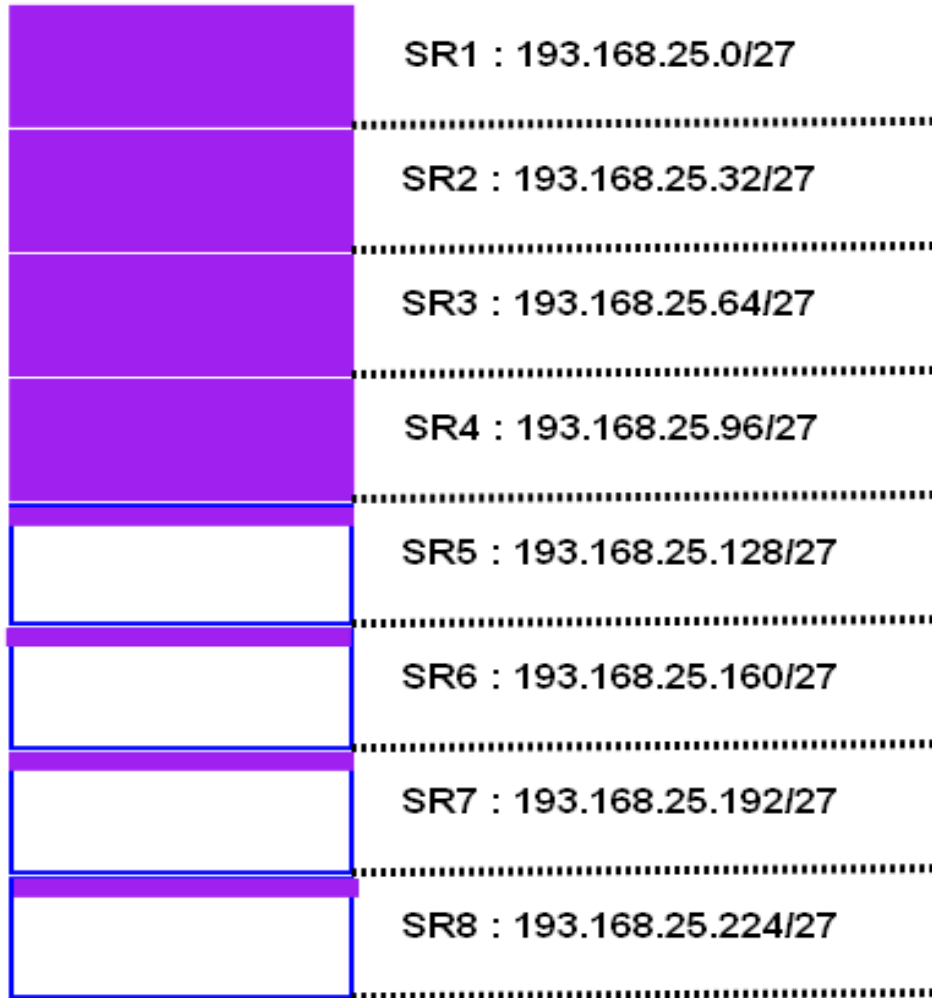
On a besoin de 4 sous-réseaux supplémentaires

Sans VLSM (3)

Légende

occupé

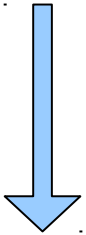
gaspillé



Avec VLSM (1)

On re-divise l'adresse réseau 193.168.25.128/27 en sous-réseaux pouvant contenir 2 machines. → Masque : 255.255.255.252 (/30)

193.168.25.128/27



193.168.25.100XXX00

{193.168.25.10000000 (128) /30 } : SR5

{193.168.25.10000100 (132) /30 } : SR6

{193.168.25.10001000 (136) /30 } : SR7

{193.168.25.10001100 (140) /30 }

{193.168.25.10010000 (144) /30 } : SR8

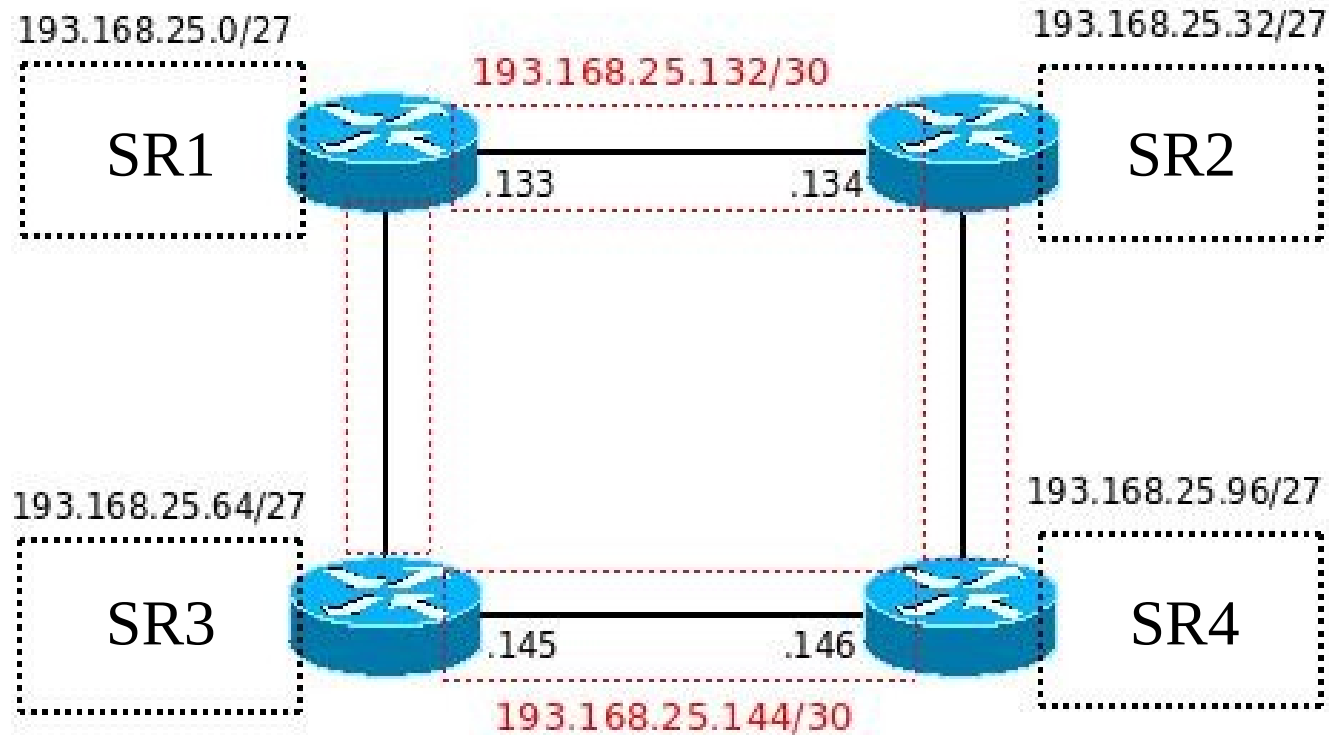
{193.168.25.10010100 (148) /30 }

{193.168.25.10011000 (152) /30 }

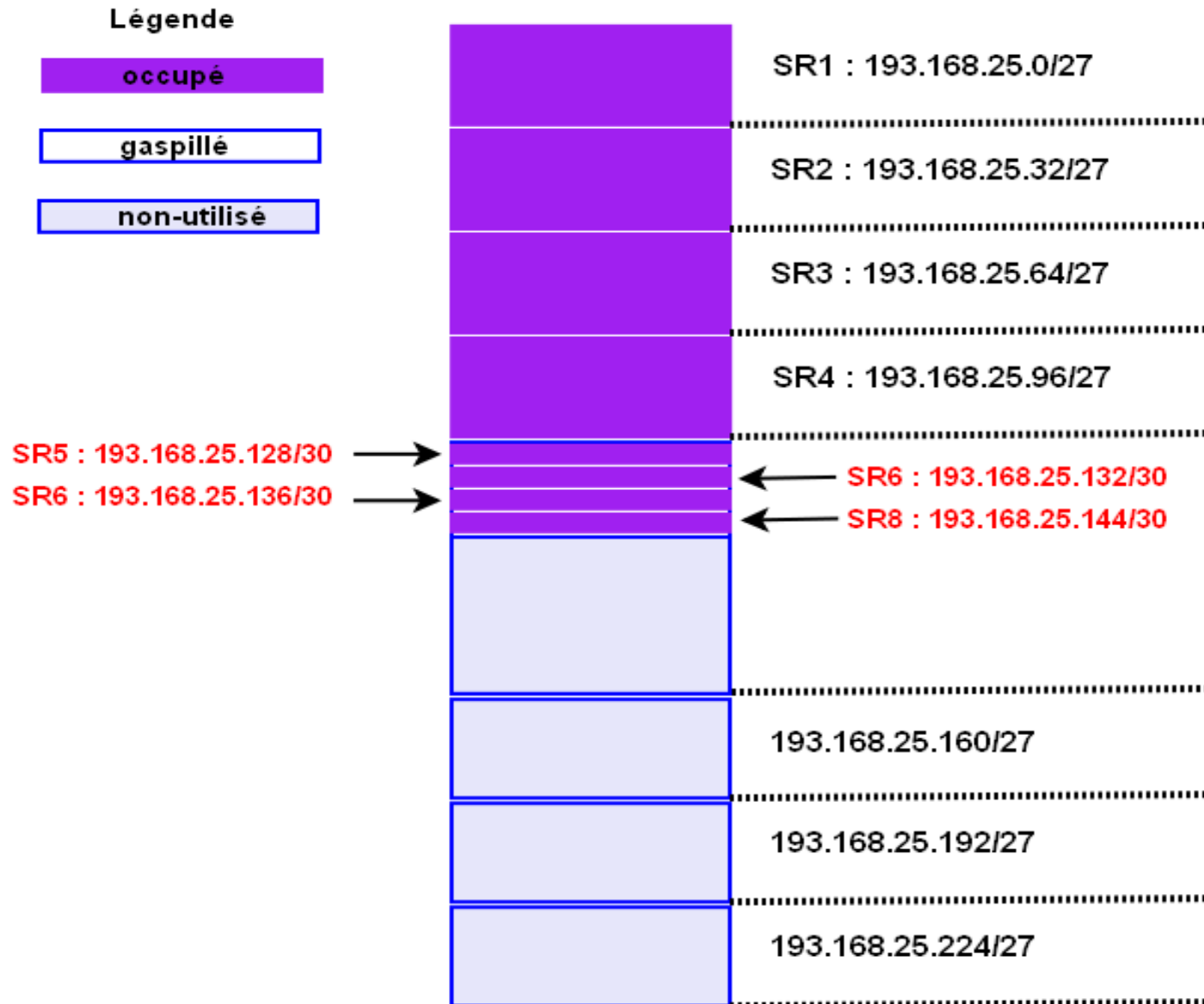
{193.168.25.10011100 (156) /30 }

Sur 8 sous-réseaux disponibles ----> 4 vont être utilisés.

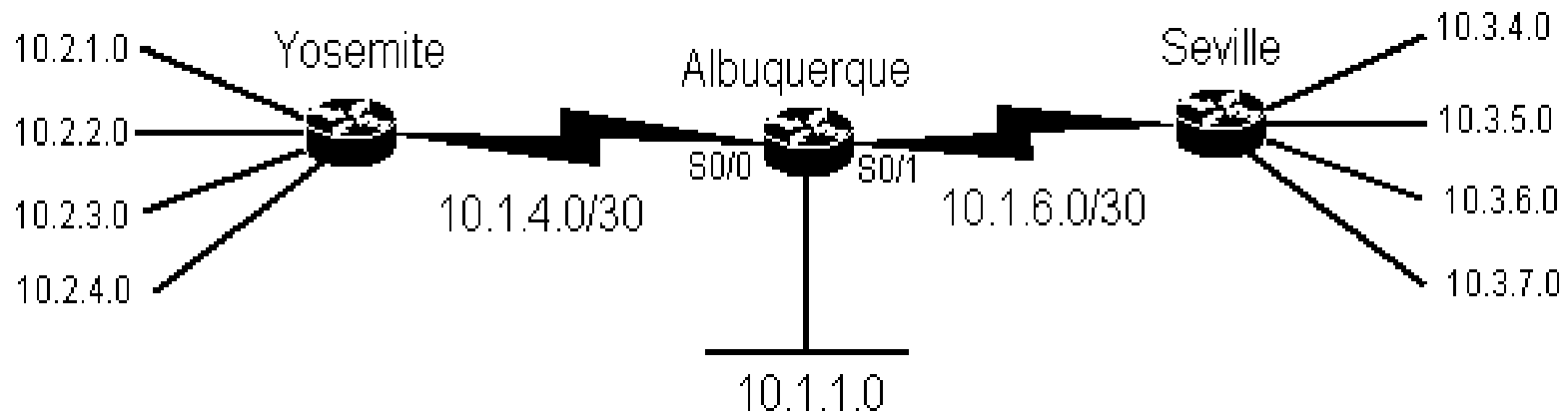
Avec VLSM (2)



Avec VLSM (3)



Exemple



Masque : 255.255.255.0 sauf là où spécifié

- Sur l'exemple, deux masques sont utilisés :
 - Le masque /30 (255.255.255.252) sur les liaisons point à point,
 - Le masque /24 (255.255.255.0) appliqué aux sous-réseaux du LAN.
- Lors de l'utilisation de VLSM, faire très attention à ce que les sous-réseaux **ne se chevauchent pas** !!

Table de routage de Albuquerque

- Après la synthèse de routes, et avec deux masques différents :
 - Albuquerque maintenant connaît les préfixes /24 et /30
 - /24 correspond à 255.255.255.0
 - /30 correspond à 255.255.252.0
 - Albuquerque découvre aussi le masque 255.255.0.0 (préfixé /16) à travers les routes résumées annoncées par Yosemite et Seville.
 - Albuquerque utilise donc un **protocole de routage qui doit supporter VLSM** :
 - Ce protocole doit non seulement communiquer, lors de l'annonce d'une route, **le numéro de sous-réseau** mais aussi **le masque associé**.

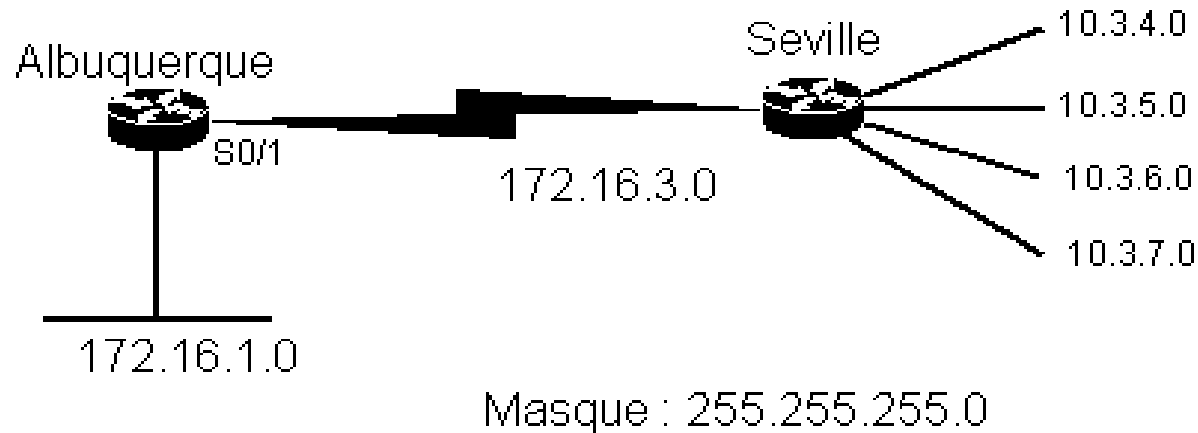
Support de VLSM

Protocole de routage	Supporte VLSM	Envoie Masque dans les mise à jour de routage	Supporte la synthèse de routes
RIP-1	NON	NON	NON
IGRP	NON	NON	NON
RIP-2	OUI	OUI	OUI
EIGRP	OUI	OUI	OUI
OSPF	OUI	OUI	OUI

Protocoles de routage avec et sans classe

- **En classful (avec classe) :**
 - Il faut prendre en compte la classe de réseau (A, B ou C) à laquelle appartient un sous-réseau.
 - Le masque de sous-réseau n'est pas envoyé avec le numéro de sous-réseau dans la mise à jour de routage.
 - Le masque par défaut est obligatoire.
- **En classless (sans classe) :**
 - Le masque de sous-réseau est transmis avec le numéro de sous-réseau dans la mise à jour de routage.
 - Support de VLSM et la synthèse de routes.

Exemple



- Le protocole mis en œuvre est RIP-1
- Seville annonce uniquement le réseau de la classe A 10.0.0.0 tout entier
- Lorsque Albuquerque reçoit sur S0/1 la mise à jour de Seville, **il suppose que le masque appliqué avec 10.0.0.0 est le masque par défaut** pour un réseau de la classe A, c-a-d 255.0.0.0.

Protocoles de routage avec classe

- Lorsqu'une mise à jour de routage arrive sur une interface du routeur :
 - L'interface appartient à la même partie réseau :
 - Le routeur applique à cette mise à jour le masque de sous-réseau configuré au niveau de cette interface.
 - L'interface n'appartient pas à la même partie réseau :
 - Le routeur applique le masque de sous-réseau par défaut.
 - En résumé, le routeur examine le numéro de sous-réseau reçu et "**devine**" le masque approprié.
 - S'attend à ce qu'un même masque de sous-réseau de longueur statique (SLSM) soit appliqué à travers tout le réseau.

Synthèse automatique : sous-réseaux dis-contigus

- Le terme **dis-contigu** qualifie un réseau de classe A, B ou C pour lequel les routes vers au moins un sous-réseau de ce réseau passent par des sous-réseaux d'un réseau différent.

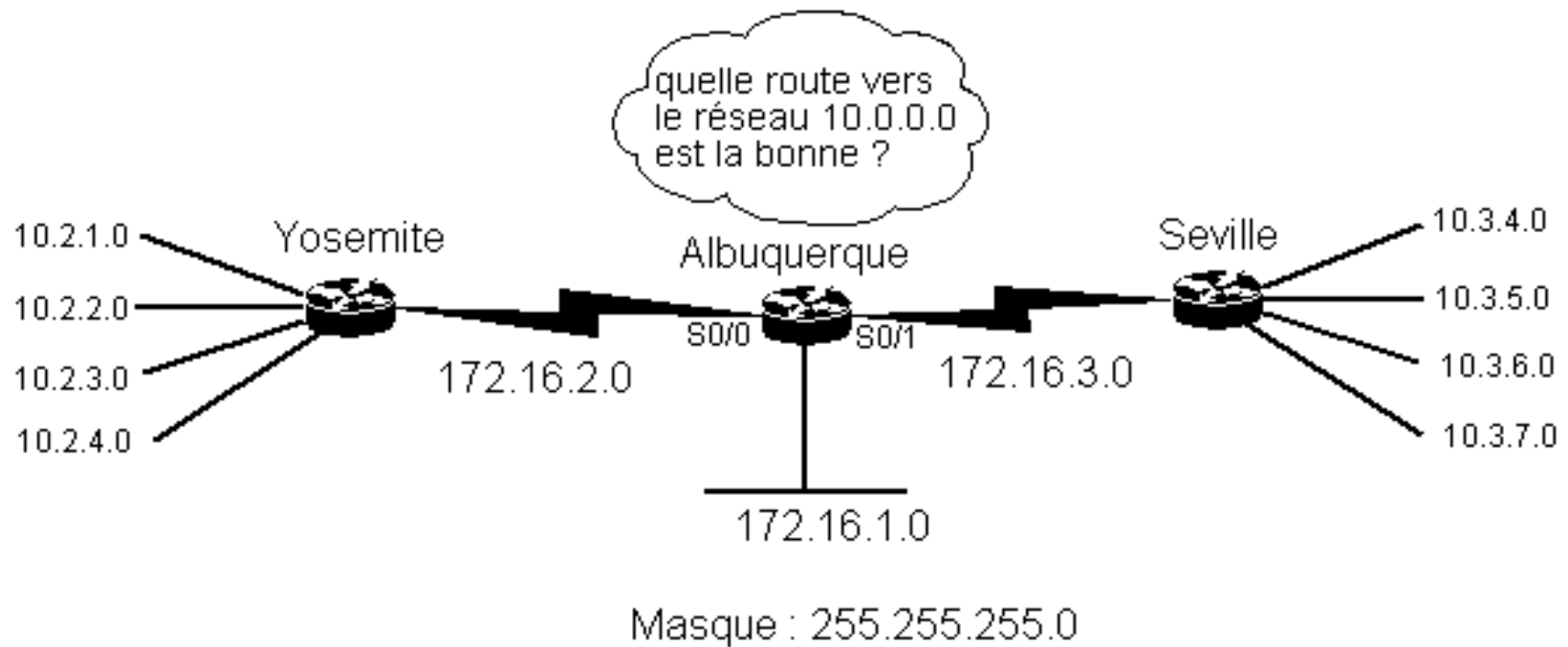


Table de routage de Albuquerque

- Albuquerque utilise le protocole de routage RIP-1 avec une synthèse automatique :
 - **Albuquerque contient maintenant deux routes vers le réseau 10.0.0.0.**
 - Albuquerque applique une répartition du trafic sur deux routes qui sont de même coût vers la même destination : 10.0.0.0.
 - Partage de charge incohérent : aucune application ne pourrait fonctionner correctement.

Synthèse automatique : sous-réseaux dis-contigus

- Conclusion : Les protocoles de routage avec classe ne supporte pas une conception avec des sous-réseaux dis-contigus.
- Conséquence : Migrer vers un protocole de routage sans classe pour résoudre le problème.

Protocoles de routage sans classe

- Configuration manuelle de la synthèse de routes.
- Le masque de sous-réseau est envoyé dans la mise à jour de routage.
- Ceci permet donc l'utilisation de VLSM et la mise en place de la synthèse de routes.

CIDR - Introduction

- CIDR = Classless Inter Domain Routing
- Défini en 1993 dans les RFC 1517, 1518, 1519 et 1520.
- Possible grâce aux nouveaux protocoles de routage qui incluent les masques dans les mises à jour de routage.
- Tous les protocoles de routage IP sont *classless* sauf RIP-1 et IGRP.

CIDR – Avantages

- **Améliorer l'allocation des adresses IPv4:**
 - Obtenir un nombre d'adresse IP en fonction des besoins (Plus de classe).
 - Fournir au client la plage d'adresse IP la plus précise possible.
- **Alléger les tables de routage:**
 - Routeur moins gourmand en mémoire et en CPU.
 - Processus de routage plus efficace
 - Recherche dans la table
 - Mise à jour.

CIDR - Principe

- CIDR **supprime** l'usage des classes A, B et C au profit d'un **préfixe réseau** (notation **/n**).
- **Définit la notion de Supernet**: une seule route désigne un ensemble de routes.
 - ◆ Les adresses :
 - 192.136.16.0/24
 - 192.136.17.0/24
 - 192.136.18.0/24
 - 192.136.19.0/24
 - ◆ Peuvent être regroupés en :
 - Notation par **préfixe** : 192.136.16.0/22
 - Notation par **masque** : 192.136.16.0 netmask 255.255.252.0
- Le routage est basé sur l'algorithme de "**la correspondance la plus longue**".

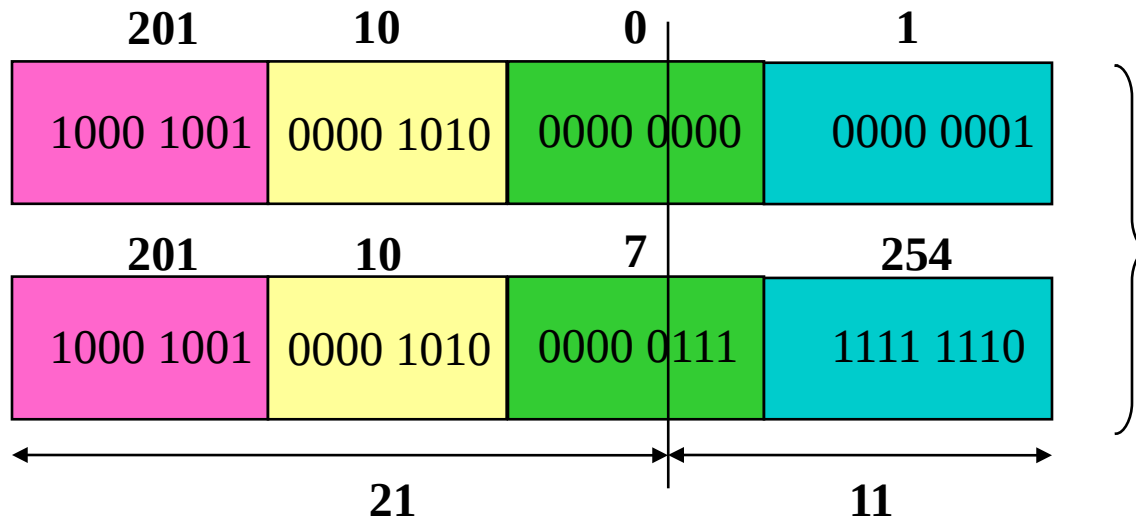
CIDR - Exemple

- Une entreprise a besoin de 2000 adresses :
 - ◆ **11 bits** nécessaires pour l'id_machine.
 - ◆ @ réseaux allouées : de 201.10.0.0/24 à 201.10.7.0/24 :
 - ◆ @ réseau agrégée : **201.10.0.0 / 21**

Une entreprise a besoin de 4000 adresses :

- ◆ **12 bits** nécessaires pour l'id_machine.
- ◆ @ réseaux allouées : de 194.24.16.0 à 194.24.31.0
- ◆ @ réseau agrégée : **194.24.16.0/ 20**

CIDR : Adressage (1/4)



201.10.0.0/21 : 201.10.0.1 – 201.10.0.254
201.10.1.1 – 201.10.1.254
.....
201.10.7.1 – 201.10.7.254

1 réseau de classe C : 254 @

8 blocs de classe C : 254 * 8 = 2032 @

CIDR : Adressage (2/4)

- Un ISP disposant d'un **bloc d'adresses 206.0.64.0/18**
 - Un client demande 800 adresses
 - Soit assigner une classe B (et perdre environ 64700 @)
 - Soit assigner 4 classes C (et devoir rentrer quatre routes dans ses tables de routage)
- **Avec CIDR :**
 - Assigner au client le bloc **206.0.68.0/22** : soit 1024 adresses

CIDR : Adressage (3/4)

ISP's Block:	<u>11001110.00000000.01000000.00000000</u>	206.0.64.0/18
Client Block:	<u>11001110.00000000.01000100.00000000</u>	206.0.68.0/22
Class C #0:	<u>11001110.00000000.01000100</u> .00000000	206.0.68.0/24
Class C #1:	<u>11001110.00000000.01000101</u> .00000000	206.0.69.0/24
Class C #2:	<u>11001110.00000000.01000110</u> .00000000	206.0.70.0/24
Class C #3:	<u>11001110.00000000.01000111</u> .00000000	206.0.71.0/24

Source: <http://ariane.mpl.ird.fr/textes/routage/chap4.htm>

CIDR : Adressage (4/4)

- Utilisation du prefix routing :

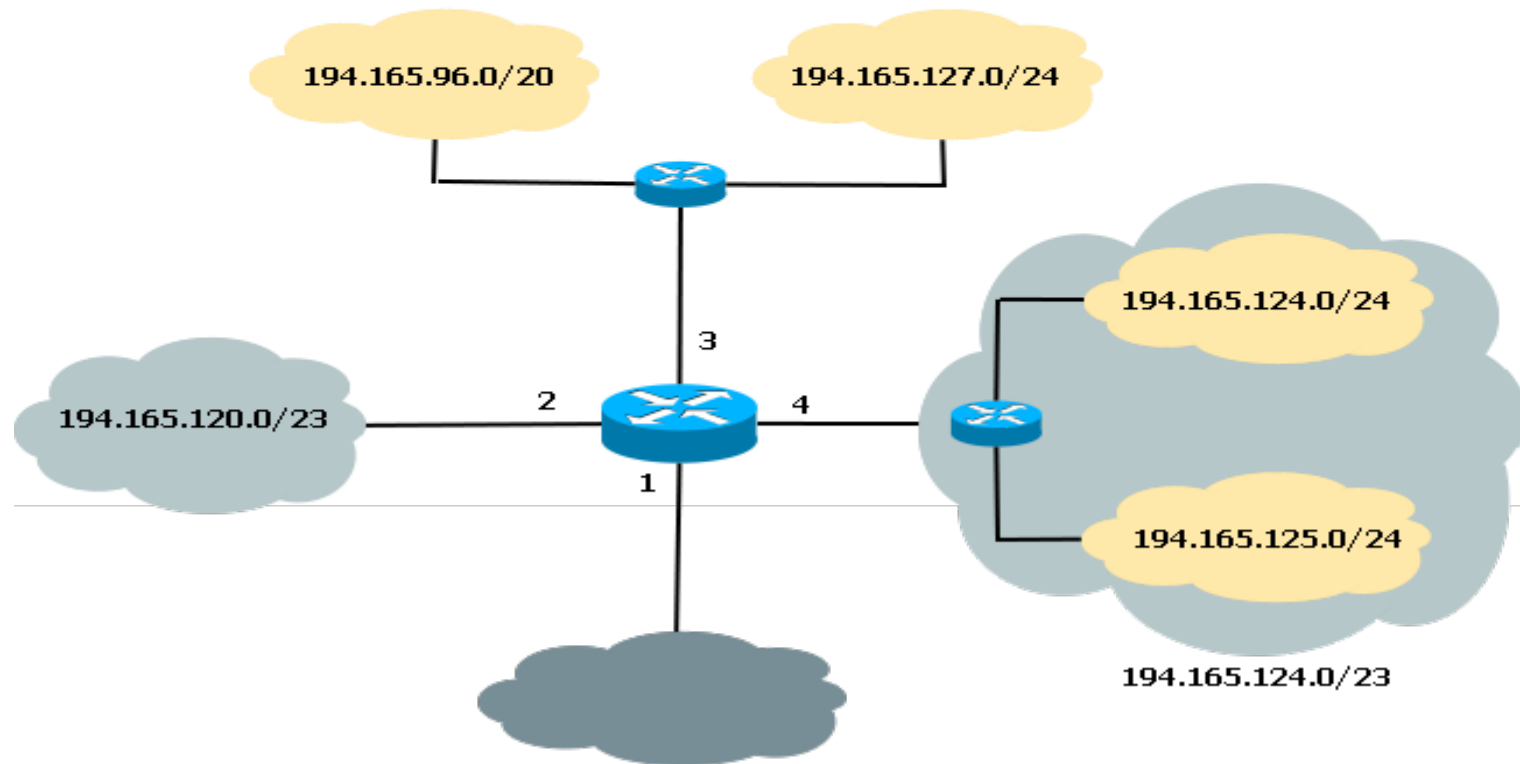
Préfixe	Masque	Utilisation
<i>/27</i>	255.255.255.224	12% classe C (30 hôtes)
<i>/26</i>	255.255.255.192	24% classe C (62 hôtes)
<i>/25</i>	255.255.255.128	50% classe C (126 hôtes)
<i>/23</i>	255.255.254.0	2 classes C (510 hôtes)

Routage CIDR (1)

- Principe de l'algorithme de routage :
 - Quand un paquet est reçu, son adresse IP de destination est récupérée
 - Toutes les entrées sont balayées en appliquant le masque jusqu'à obtention d'une correspondance
 - Si plusieurs entrées correspondent (masques différents), on choisit la plus spécifique (**celle avec le masque le plus long**)

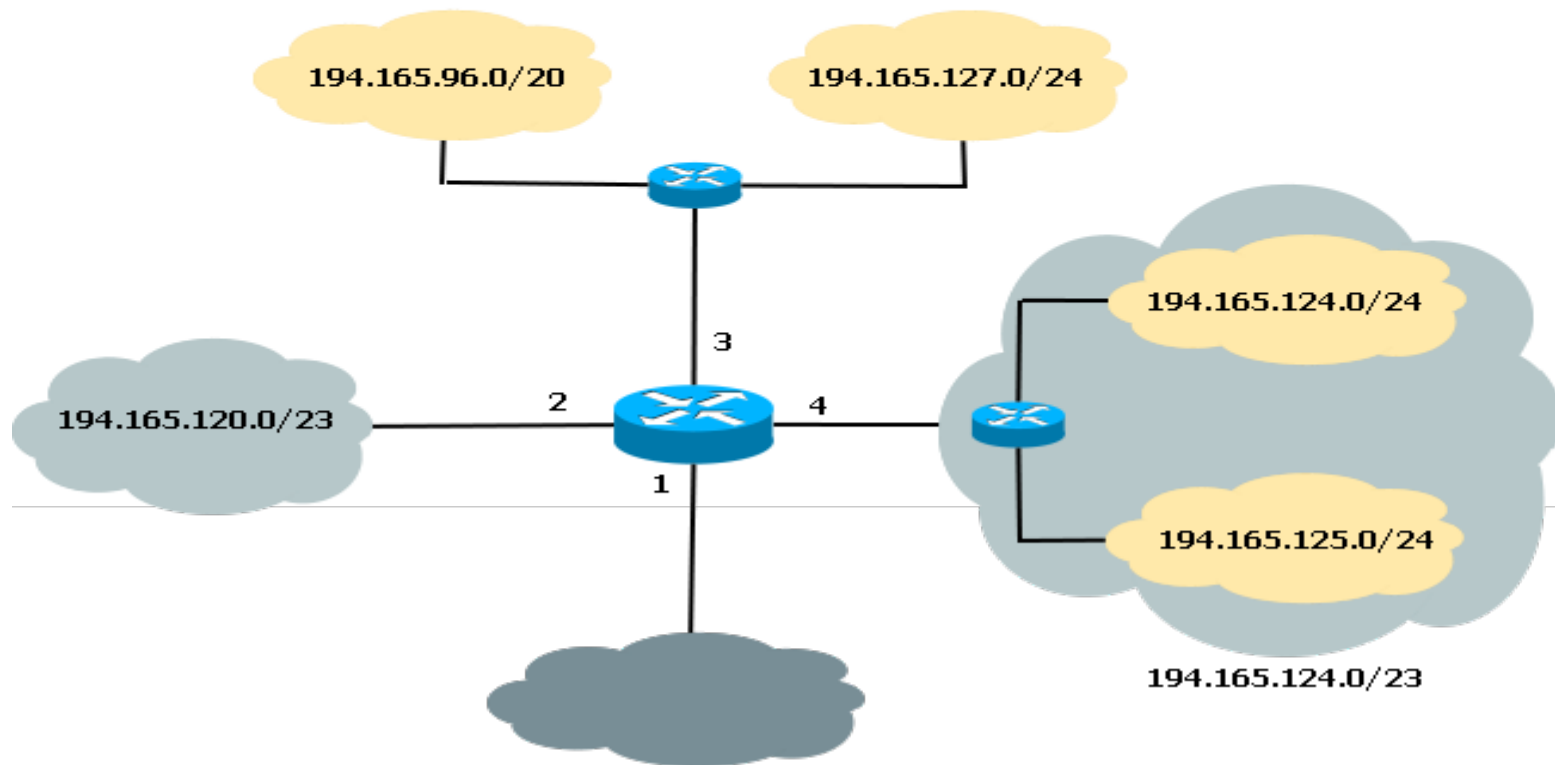
Routage CIDR (2)

	destination	masque	interface
194.165.99.9 ?	194.165.96.0	/20	3
194.165.96.0	194.165.120.0	/23	2
194.165.98.0	194.165.124.0	/23	4
194.165.98.0	194.165.127.0	/24	3
0.0.0.0	default (0.0.0.0)	/0	1



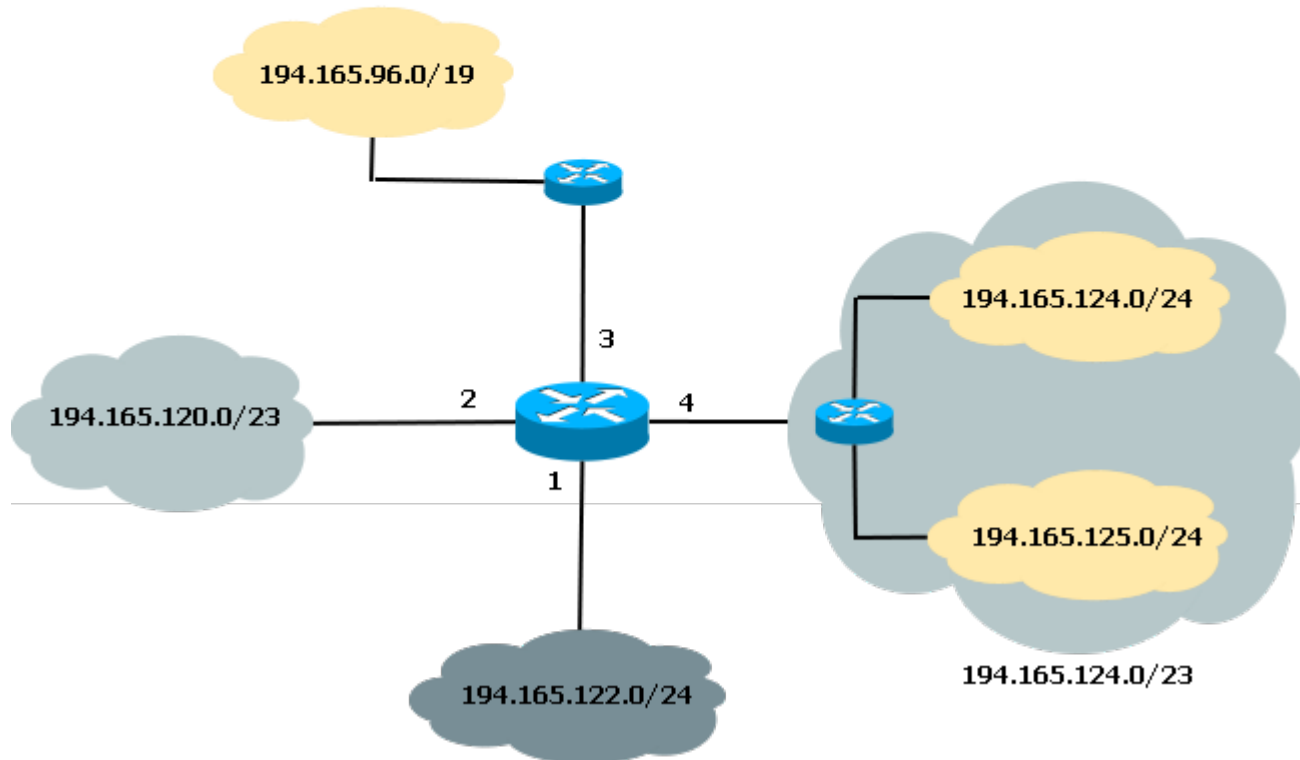
Routage CIDR (3)

	destination	masque	interface
194.165.126.9 ?	194.165.96.0	/20	3
194.165.112.0	194.165.120.0	/23	2
194.165.126.0	194.165.124.0	/23	4
194.165.126.0	194.165.127.0	/24	3
0.0.0.0	default (0.0.0.0)	/0	1



Routage CIDR (4)

	destination	masque	interface
194.165.122.9 ?			
194.165.96.0	194.165.96.0	/19	3
194.165.122.0	194.165.120.0	/23	2
194.165.122.0	194.165.124.0	/23	4
194.165.122.0	194.165.122.0	/24	1
0.0.0.0	default (0.0.0.0)	/0	1



CIDR : Cas pratique (1/4)

- Une organisation à besoin de 2010 IP publiques
 - Une classe C : 254 hôtes
 - Une classe B : 65534 hôtes
 - Nécessité de faire soit du subnetting soit du **supernetting**
- On prend 8 classes C consécutives
 - Pour avoir 8 sous-réseaux, il faut 3 bits
- Soit l'adresse suivante : 200.100.48.0
 - On empreinte 3 bits à la partie réseau
 - nouveau masque : 255.255.248.0

CIDR : Cas pratique (2/4)

- Avec 3 bits, les possibilités sont les suivantes :

200_d	100_d	00110_b	000	00000000
			001	00000000
			010	00000000
			011	00000000
			100	00000000
			101	00000000
			110	00000000
			111	00000000

CIDR : Cas pratique (2/3)

- On a donc les 8 adresses réseaux suivantes :
 - 200.100.48.0
 - 200.100.49.0
 - 200.100.50.0
 - 200.100.51.0
 - 200.100.52.0
 - 200.100.53.0
 - 200.100.54.0
 - 200.100.55.0
- Les 8 adresses de classe C sont reconnues au niveau de l'ISP par une seule adresse :
 - 200.100.48.0
 - Avec un masque de 255.255.248.0
 - On parle de prefix-mask de /21

CIDR : cas pratique (3/3)

**Table de routage de l'ISP
200.100.48.0/21**

Table de routage de l'organisation

200.100.48.0	255.255.255.0
200.100.49.0	255.255.255.0
200.100.50.0	255.255.255.0
200.100.51.0	255.255.255.0
200.100.52.0	255.255.255.0
200.100.53.0	255.255.255.0
200.100.54.0	255.255.255.0
200.100.55.0	255.255.255.0

Références

- **Cours CCNA Cisco** (www.labocisco.com)
- **Book : CCNA ICND, Exam Certification Guide**
- **Livre Réseaux et télécoms (de Claude Servin)**
- **Calculatrice VLSM : <http://www.vlsm-calc.net/>**

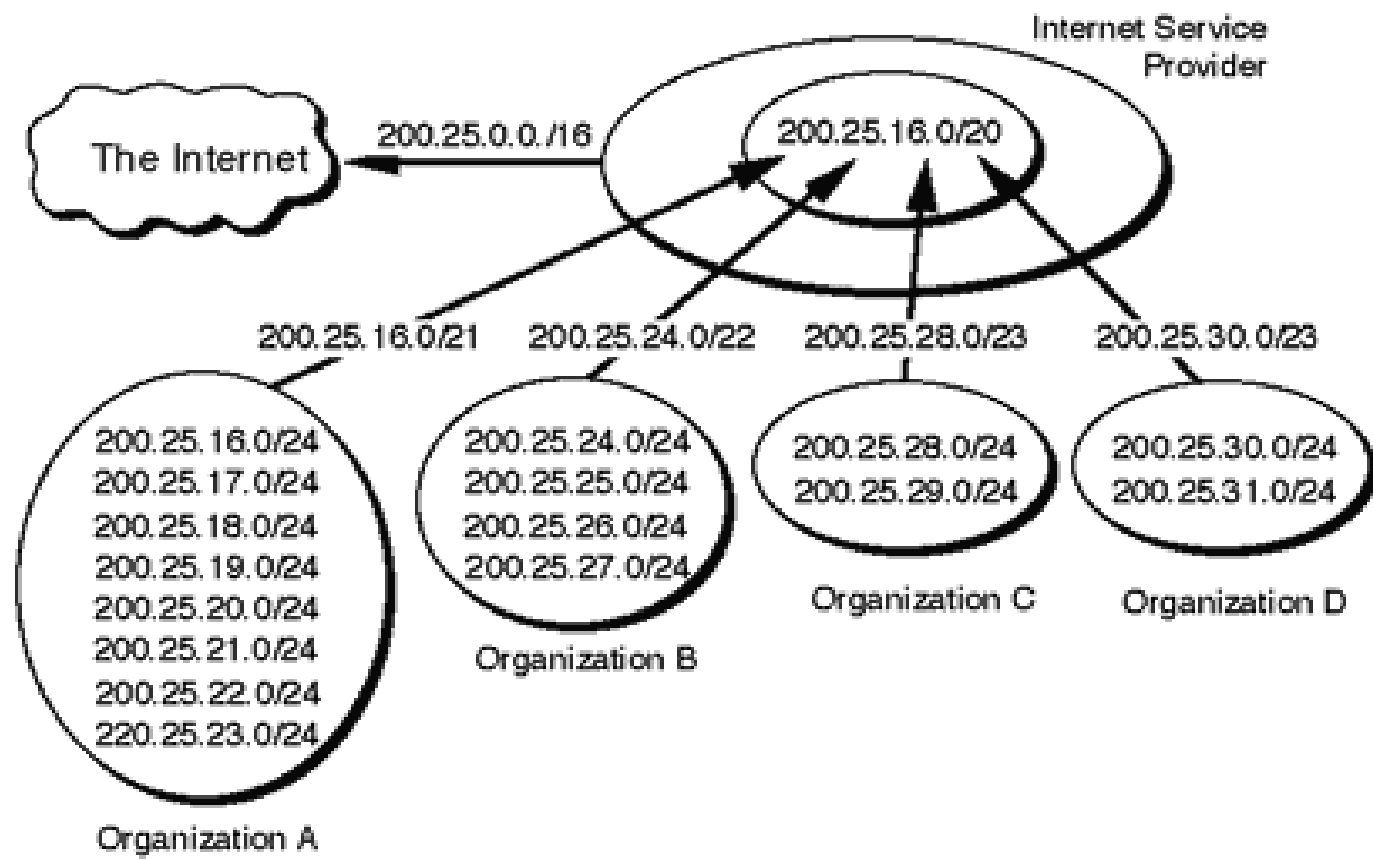
Protocoles de routage avec classe

- La Synthèse automatique s'opère lorsque les interfaces d'un routeur sont dans plus d'un réseau de classe A, B ou C :
 - Le routeur annonce une seule route résumée pour chacun ;
 - L'adresse IP de l'interface sur laquelle elle est annoncée n'appartient pas au réseau X auquel se trouve la route résumée :
 - Les routes vers les sous-réseaux du réseau X sont annoncées sous forme d'une seule route.
 - Cette route résumée correspondant au réseau X de la classe A, B, ou C tout entier.
- Synthèse automatique active par défaut sur les protocoles avec classe.

CIDR - Justification

- Pourquoi CIDR ? :
 - En classful :
 - Impossible de faire du subnetting ou du [surnetting](#).
 - Le masque de sous-réseau n'est pas envoyé dans les mise à jour de routage
 - Le masque par défaut est obligatoire
 - Gâchis dans l'attribution d'adresses IP :
 - Un épuisement rapide des @ IPV4.
 - Pour un besoin de plus de 254 @, une adresse de classe B ayant un block d'adresses de 65533 est allouée; plusieurs adresses resteront ainsi inutilisables.

Routeage CIDR



Source: <http://ariane.mpl.ird.fr/textes/routage/chap4.htm>