

# Présentation

- Pascal PETIT
- tel.: Non
- mël: [pascal.petit@info.univ-evry.fr](mailto:pascal.petit@info.univ-evry.fr)
- WeB: <http://www.ibisc.univ-evry.fr/~petit>

# programme de l'enseignement

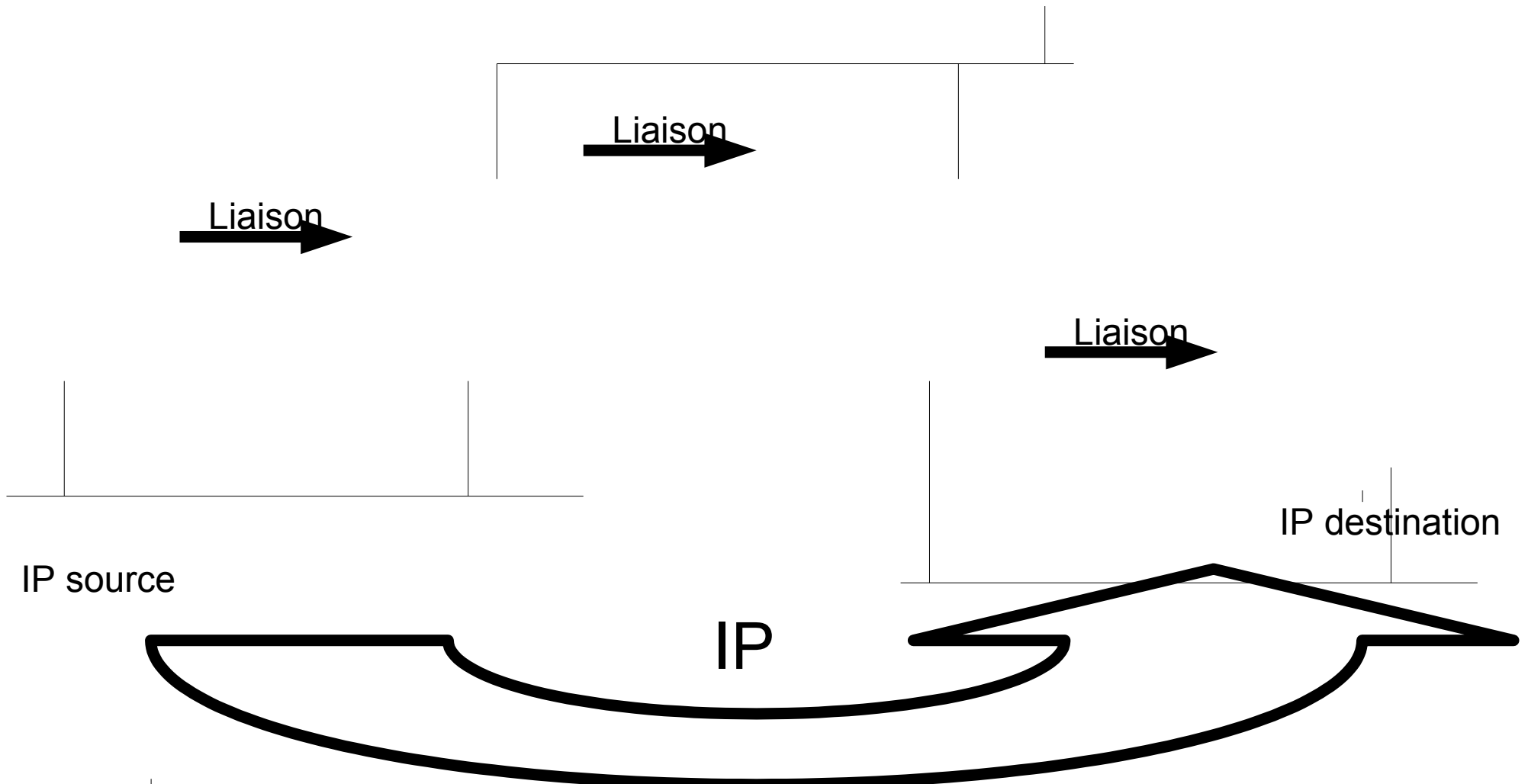
- adressage et routage IP
- architecture en couche, notion fondamentales sur les réseaux
- protocole IP
- dhcp : attribution automatique d'adresses IP
- dns : domain name system
- couche liaison, sous couche MAC
- couche transport, tcp/udp
- VLAN
- traduction d'adresses (NAT)

# Réseau

- ensemble de machines
  - interconnectées
  - échangeant de données
- peut être représenté par
  - des nœuds : les hôtes : ordinateurs, routeurs, ...
  - des liens : reliant certains noeuds

# couche réseau: IP

- Routage IP
- Adresse IP



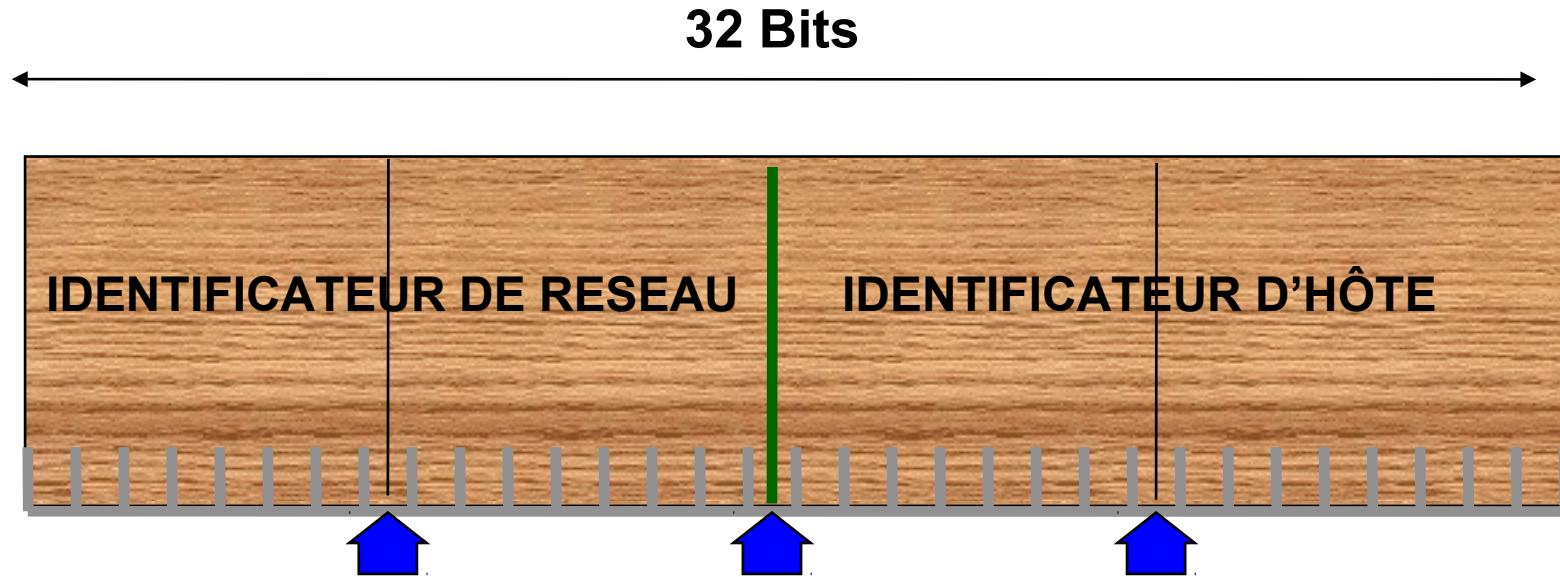
# Adresse IP/ Adresse postale

- adresse IP: adresse postale
- boîte aux lettres : interface réseau
- maison : machine
  - une adresse IP identifie une carte réseau
  - deux machines différentes ne doivent pas avoir la même adresse
  - deux cartes différentes ne doivent pas avoir la même adresse
  - une machine peut avoir plusieurs adresses
  - une machine peut avoir plusieurs cartes

# Adresse IP

- identifie l'interface réseau d'une machine
- constituée de deux parties :
  - une partie qui identifie le réseau où se trouve la machine
  - une partie qui identifie la machine sur ce réseau
- toutes les machines situées sur le même réseau ont la même partie réseau
- deux machines différentes ne doivent pas avoir la même adresse
- une machine peut avoir plusieurs adresses

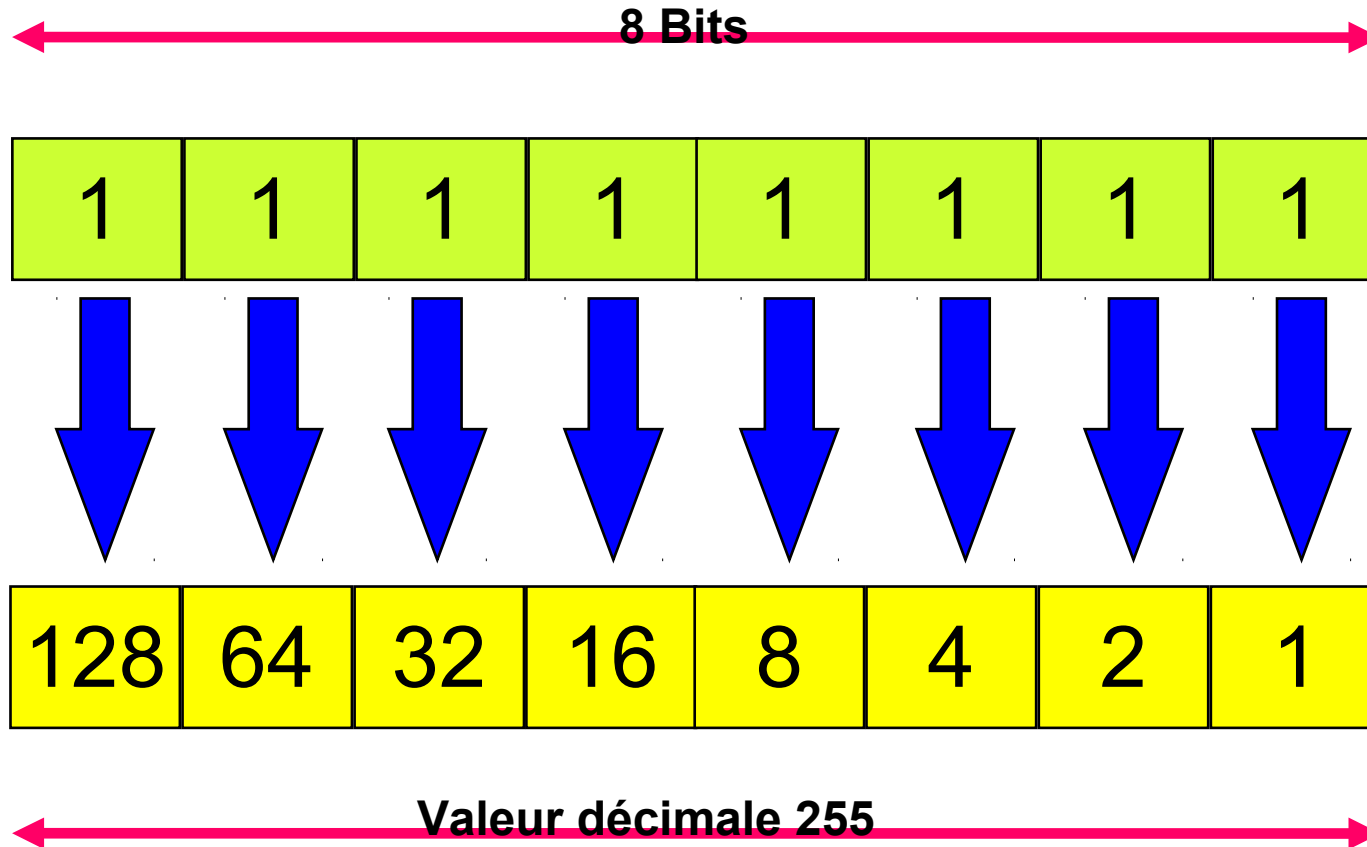
# Adresse IP v4



W . X . Y . Z

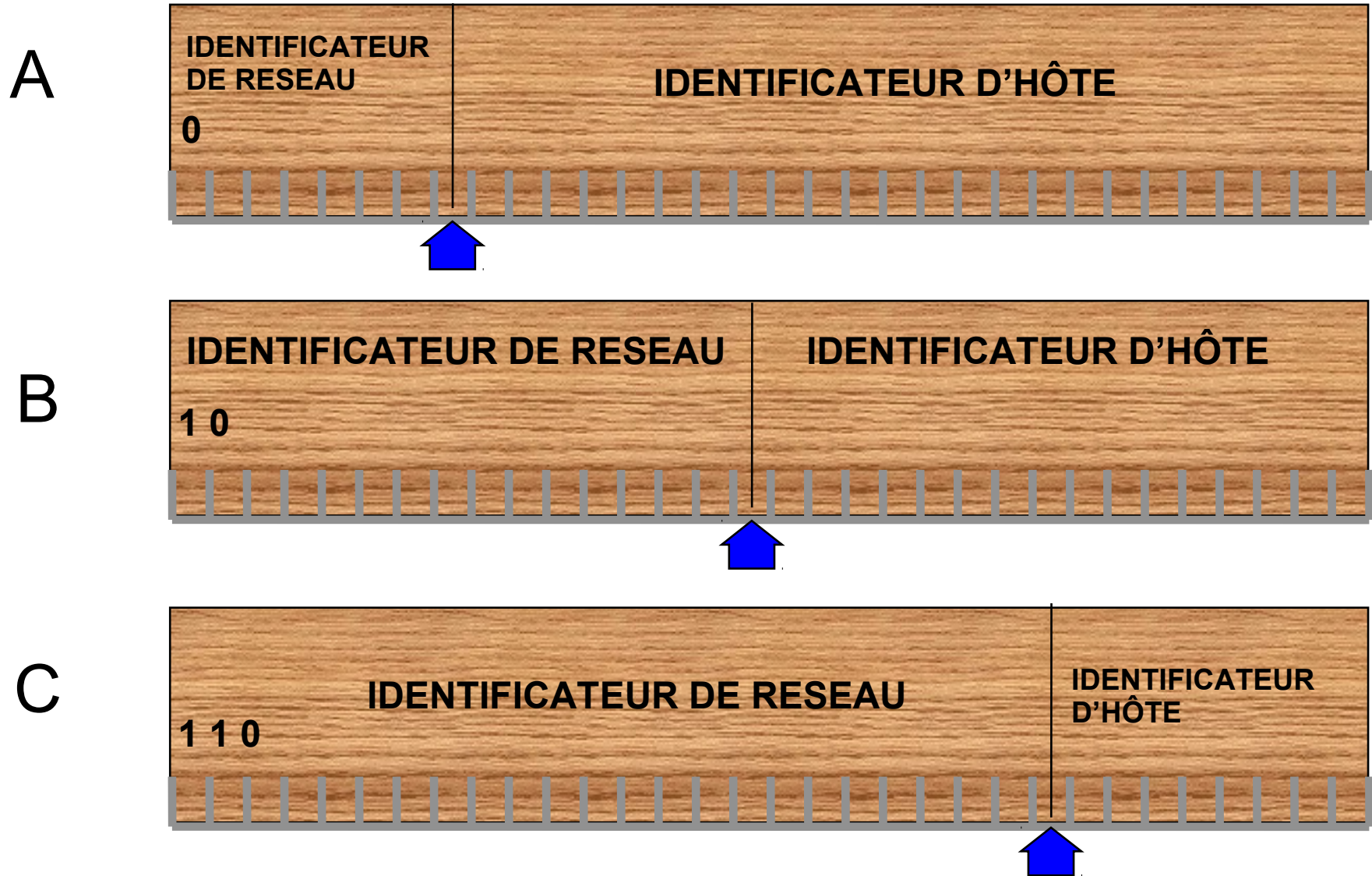
132.109.4.20

# Rappels: Calcul en base 2





# Classes d'adresses (la préhistoire)



# Classes d'adresses

D



E



# Classes d'adresses

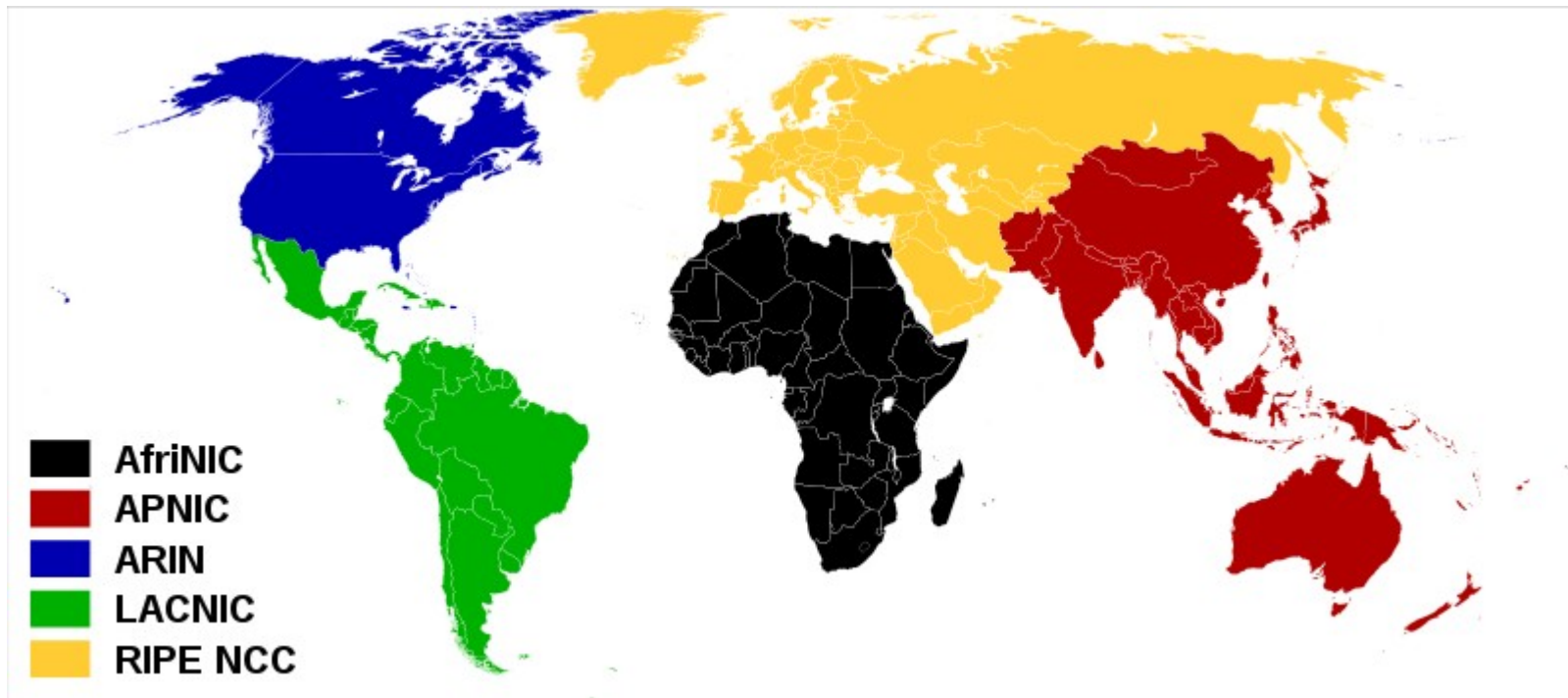
	Nombre de Réseaux de cette classe	Nombre d'Hôtes par réseaux	Plage du 1er Quad	Nombre de bits de la partie réseau
<b>A</b>	126	16 777 214	1-126	8
<b>B</b>	16 383	65 534	128-191	16
<b>C</b>	2 097 151	254	192-223	24

# Classes d'adresses



# ICANN

- Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
- gère, entre autre, l'attribution des adresses ipv4 et v6
- délègue par zone géographique aux registres internet régionaux (RIR, rfc2050) qui délèguent aux LIR (registre locaux)



# adresse ip PI et PA

- PA : provider agregable
  - fournie par votre fournisseur de connexion IP
  - quand on change de fournisseur, on change d'ip
  - le cas général
- PI : provider independant
  - peut être utilisée chez le fournisseur de son choix
  - tolérance de panne via plusieurs fournisseurs

# Adresses réservées

- définies dans le rfc 5735
- Réseau: 127.0.0.0/8 (loopback)
- Adresse de bouclage (loopback) : 127.0.0.1
- Adresse du réseau: partie hôte à 0
  - ex : 194.199.90.0
- Adresses de diffusion:
  - 255.255.255.255 : diffusion générale
  - Partie hôte à 255: ce réseau (destination). ex.: 194.199.90.255 (classe C)

# Adresses réservées

- Adresse de réseau à zéro (adresse source) :
  - 0.0.0.0: ce réseau (source)
  - 0.x.y.z : l'hôte x.y.z sur ce réseau
- 169.254.0.0/16 : utilisé en cas d'autoconfiguration d'un hôte (rfc 3927)
- 192.0.0.0/24, 198.51.100.0/24, 203.0.113.0 : réservé pour utilisation dans la documentation (rfc 5737)
- 192.88.99.0/24 : relay ipv6ipv4
- 100.64.0.0/10 : réservée pour « carrier grade nat » (rfc 6598)



# Adresses réservées

- réseaux privés (rfc 1918) :
  - adresse utilisable sur un réseau interne mais pas sur internet
  - 192.168.x.0/24 : 256 réseaux de classe C
  - 172.16.0.0/16 → 172.31.0.0/16 : 16 réseaux de classe B
  - 10.0.0.0/8 : réseau de classe A

# Masque

- Permet
  - De distinguer la partie réseau de la partie hôte d'une adresse
  - De déterminer si deux hôtes sont sur le même réseau

194 . 199 . 90 . 1
255 . 255 . 255 . 0
-----
194 . 199 . 90 . 0

194 . 199 . 90 . 20
255 . 255 . 255 . 0
-----
194 . 199 . 90 . 0

en fait, on exprime le tout en base 2 et on fait un ET logique entre adresse et masque

# Masque

- en base 2 : on fait un ET logique :

11000010	.	11000111	.	01011010	.	00000001
11111111	.	11111111	.	11111111	.	00000000
-----						
11000010	.	11000111	.	01011010	.	00000000

résultat en base 10 :

194 . 199 . 90 . 0

# inadaptation des classes

- quel classe choisir pour un réseau de 1500 hôtes ?
  - une classe B qui peut en contenir plus de 65000 ?
  - les classes B sont rares
- on utilise plusieurs classe C
- chaque classe C attribuée correspond à une entrée dans les tables des routeurs d'internet
- trop d'entrées => saturation de la mémoire des routeurs
- salution : CIDR/VLSM (1993)

# CIDR/VLSM

- VLSM (Variable Length Subnet Mask, rfc 1878)  
: le masque est défini au bit près
- Permet :
  - Un découpage précis des sous-réseaux d'un site
  - Permet de regrouper des réseaux contigus de classe C en un seul « sur-réseau » : CIDR (Classless Inter Domain Routing)
    - Diminue le nombre d'entrée dans les tables de routage
- Notation /nn avec nn: nombres de bits de la partie réseau du masque
- CIDR : rfc 1519 (1993) remplacée par rfc 4632

# CIDR/VLSM: masque

Classe d'adresse	Bits utilisés pour le masque de Sous-Réseau				Notation Décimale
Classe A /8	11111111	00000000	00000000	00000000	255.0.0.0
Classe B /16	11111111	11111111	00000000	00000000	255.255.0.0
Classe C /24	11111111	11111111	11111111	00000000	255.255.255.0
/23	11111111	11111111	11111110	00000000	255.255.254.0
/18	11111111	11111111	11000000	00000000	255.255.192.0
/15	11111111	11111110	00000000	00000000	255.254.0.0
/9	11111111	10000000	00000000	00000000	255.128.0.0
	Bits 1 à 8	bits 9 à 16	bits 17 à 24	bits 25 à 32	

# adresses utilisées par un réseau

- première adresse : adresse du réseau : se calcule en passant la partie hôte à 0
- première adresse utilisable pour un hôte : adresse du réseau + 1
- dernière adresse : adresse de diffusion : se calcule en passant la partie hôte à 1 (255 en base 10)
- dernière adresse utilisable : adresse de diffusion -1
- le nombre de chiffres de la partie hôtes (= 32 – masque) détermine le nombre d'adresses du réseau

# Exemples

hôte/masque	adresse de diffusion	masque décimal
réseau	première adresse hôtes	dernière adresse hôtes
194.199.165.165/24	194.199.165.255	<b>255.255.255.0</b>
<b>194.199.165.0</b>	<b>194.199.165.1</b>	<b>194.199.165.254</b>
194.199.165.165/21	<b>194.199.167.255</b>	<b>255.255.248.0</b>
<b>194.199.160.0</b>	<b>194.199.160.1</b>	<b>194.199.167.254</b>

21=2\*8+5. la partie réseau contient donc les 2 premiers nombres et 5 chiffres du 3e. La partie hôte contient 3 (=8-5) chiffres du 3e et le dernier nombre.

165=**10100**101. On passe la partie hôte à 0 et on obtient : **10100**000=160 et 0 pour le dernier nombre donc le réseau est : 194.199.160.0.

on passe la partie hôte de 165 à 1 et on obtient : **10100**111=167 et 255 (=11111111) pour le dernier nombre donc l'adresse de diffusion est 194.199.167.255.



# tailles de réseau

- quelle masque pour un réseau de :
  - 13 hôtes ?
    - il faut  $13+2=15$  adresses.
    - $2^3=8 < 15 < 2^4=16$
    - donc 4 bits minimum pour la partie hôte
    - donc masque /28 (= 32 -4)
  - 95 hôtes ?
    - $64=2^6 < 95+2=97 < 128=2^7$
    - 7 chiffres pour hôtes donc /25 (= 32 -7)
  - 357 hôtes ?
    - /23

# un cas particulier /31 (rfc 3021)

- /31 : il reste 1 bit pour les adresses
- donc 2 adresses possible
  - affectées à des hôtes sur un lien point à point
  - il n'y a pas d'adresse de diffusion
  - il n'y a pas d'adresse de réseau
- sert en général pour relier des routeurs
- C'est un cas particulier où on a décidé de ne pas suivre la règles générale

# agréger des réseaux (1)

- objectif : pouvoir considérer l'union de plusieurs réseaux comme un unique réseau plus gros
- exemple : un découpage :
  - 192.168.64.0/22 : de 192.168.64.0 à 192.168.67.255
  - peut-être vu comme l'union de
    - 192.168.64.0/24 : de 192.168.64.0 à 192.168.64.255
    - 192.168.65.0/24 : de 192.168.65.0 à 192.168.65.255
    - 192.168.66.0/24 : de 192.168.66.0 à 192.168.66.255
    - 192.168.67.0/24 : de 192.168.67.0 à 192.168.67.255

# agréger des réseaux (2)

- une entreprise a 2 classes C :
  - 192.168.10.0/24 et 194.199.90.0/24
  - peut-elle les agréger en un seul réseau ?
  - de quelle taille ?
- taille :
  - classe C : 256 adresses
  - 2 classes C : 512 adresses
  - partie hôtes à 9 chiffres en base 2 ( $512=2^9$ )
  - partie réseau de  $32-9=23$  chiffres : réseau /23
- agrégation : non car réseaux non contigus

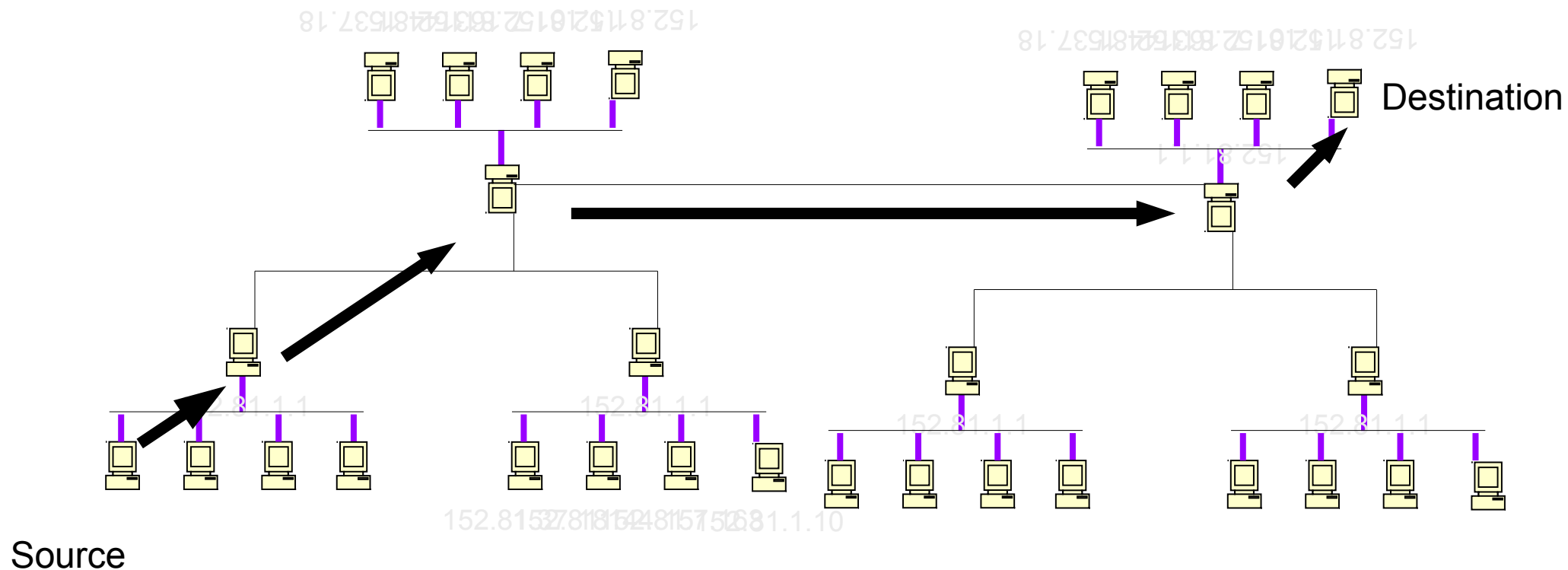
# agréger des réseaux (3)

- une entreprise a 2 classes C contiguës
  - 192.168.9.0/24
  - 192.168.10.0/24
  - peut-elle les agréger en un seul réseau ?
- réponse : non car ces 2 classes C ne font pas partie du même /23 :
  - 192.168.9.x/23 a comme adresse réseau 192.168.8.0/23 car 9=00001001
  - 192.168.10.x/23 a comme adresse réseau 192.168.10.0/23 car 10=00001011

# agréger des réseaux (4)

- une entreprise a 2 classes C contiguës
  - 192.168.8.0/24
  - 192.168.9.0/24
  - peut-elle les agréger en un seul réseau ?
- Oui, 192.168.8.0/23 dont les adresses vont de :
  - 192.168.8.0 à 192.167.9.255

# Routage IP: problématique



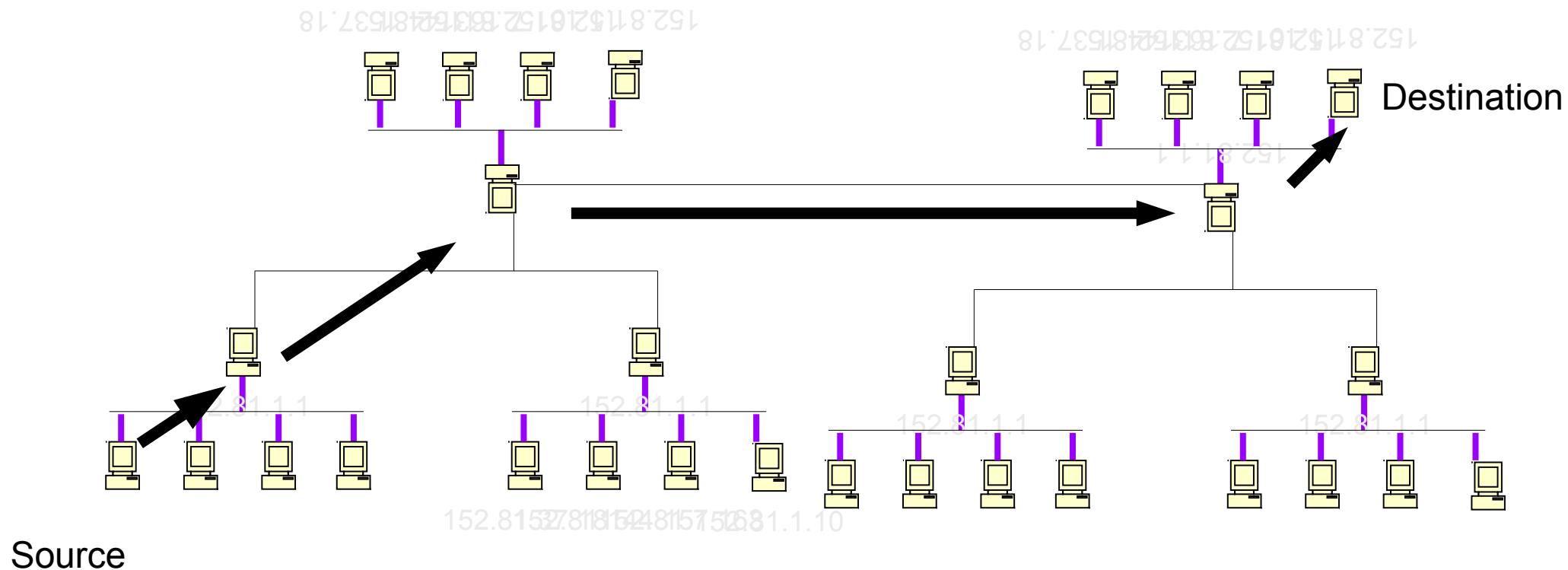
# Routage IP: problématique

- chaque hôte a pour mission de déterminer le 'next hop » : à qui envoyer un paquet en fonction de la destination du paquet
- fait en fonction :
  - de la destination du paquet
  - d'information locales contenues dans la table de routage
  - aucune machine ne connaît le trajet complet jusqu'à la destination
- la sortie du réseau local se fait en passant par un routeur : machine reliée à plusieurs réseaux



# Routage IP: problématique

- Une machine sait transmettre les paquets sur les sous-réseaux de ses interfaces (réseaux locaux)
- Les autres paquets sont envoyés à un routeur directement joignable (situé sur un réseau local)



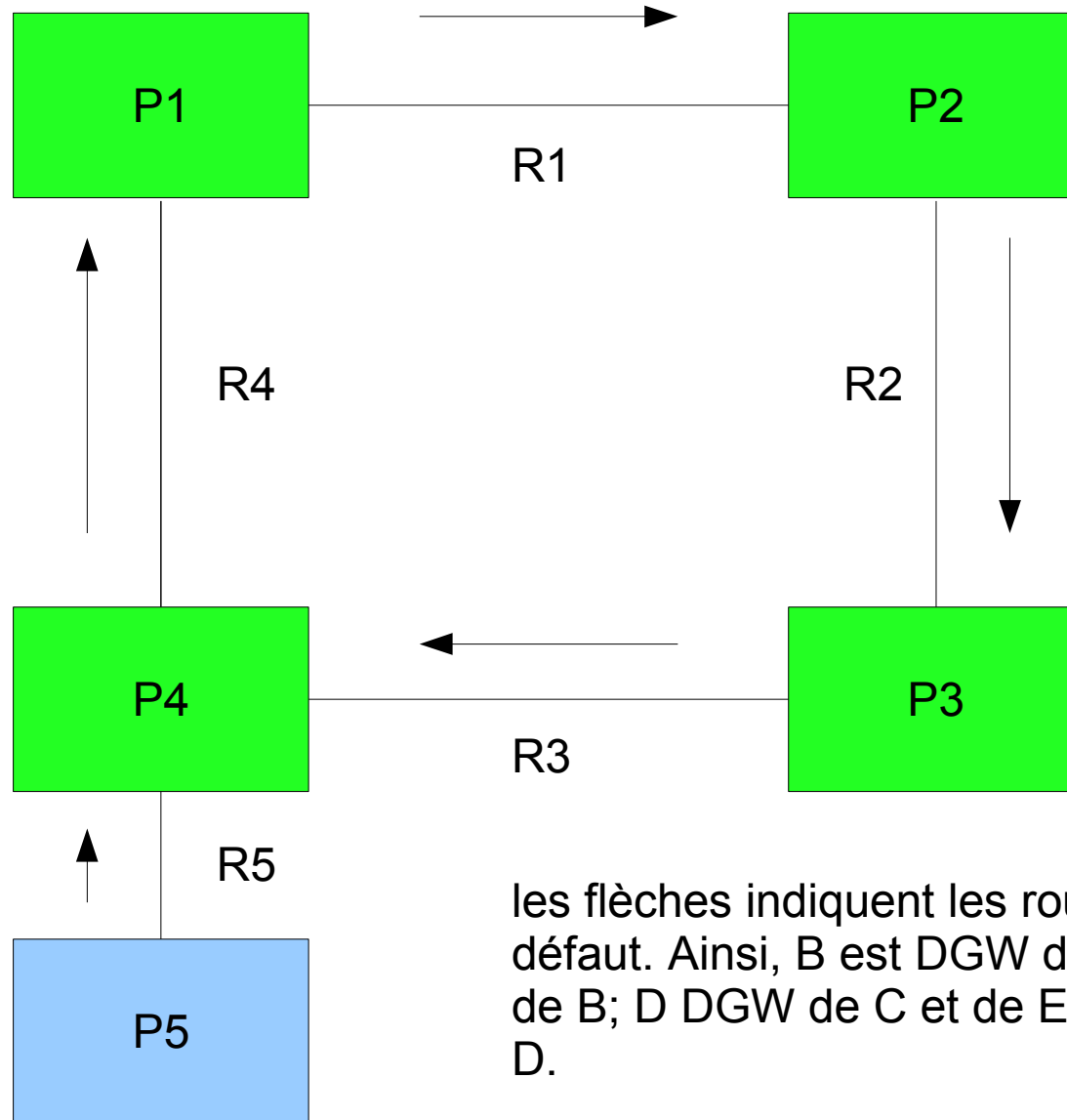
# Routage: routeur par défaut, routes statique

- Table de routage :
  - Une entrée pour chaque réseau directement connecté
  - Routeur par défaut: pour les destinations non traités par les autres entrées
  - Routes statiques: pour les destinations pour lesquelles le routeur par défaut ne convient pas
- Le parcours de la table est récursif
  - Les cas d'arrêt sont les réseaux directement connectés à l'hôte.

# Routage : algo de routage (faux)

- quand une machine M a un paquet à transmettre, elle applique l'algorithme suivant :
  - D: si le paquet est pour une machine située sur l'un des sous-réseaux d'une de ses cartes réseau, il est envoyé directement à la destination
  - RS: si le paquet est pour une destination pour laquelle M a une route définie, => envoyé au routeur défini dans la route
  - DGW: sinon, le paquet est envoyé au routeur par défaut de M

# réseau 1:

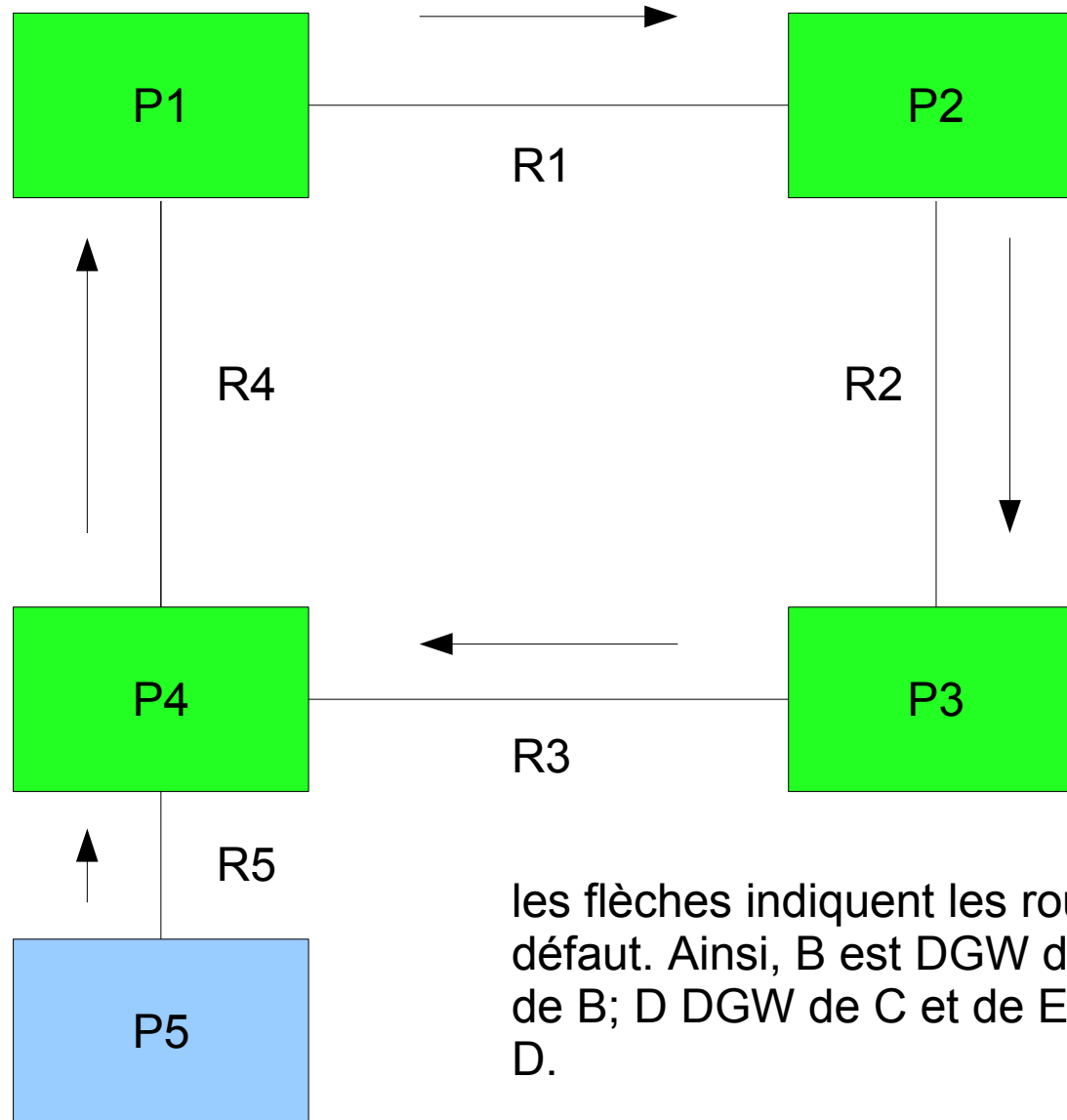


## Couleurs:

- vert: routage activé
- - bleu: hôtes non routeur

les flèches indiquent les routeurs par défaut. Ainsi, B est DGW de A; C DGW de B; D DGW de C et de E et A DGW de D.

# réseau 1:

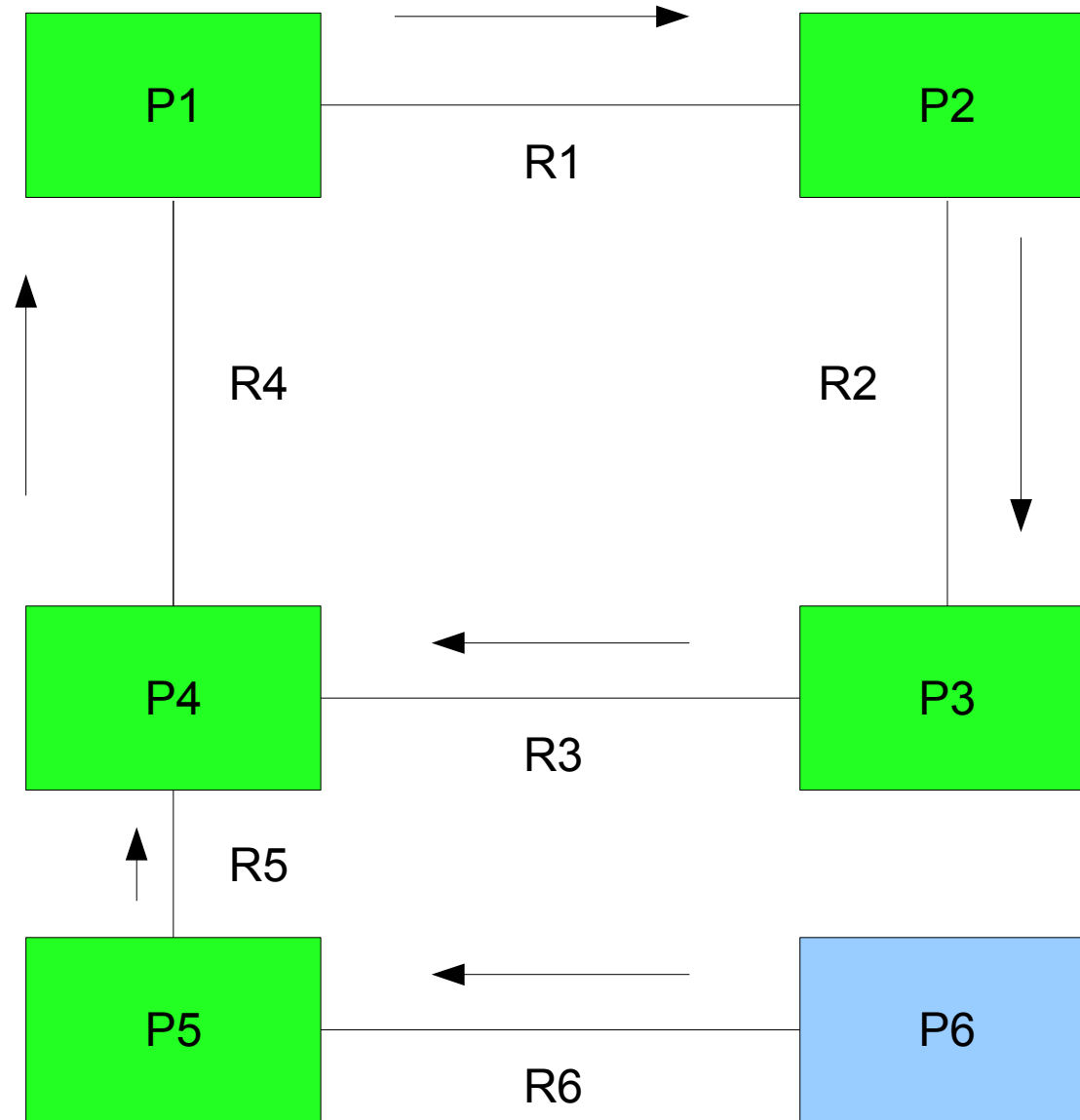


## Couleurs:

- vert: routage activé
- - bleu: hôtes non routeur

les flèches indiquent les routeurs par défaut. Ainsi, B est DGW de A; C DGW de B; D DGW de C et de E et A DGW de D.

# Routeage



# Routage

sur P4:  
- pour aller en R6,  
passer par P5

