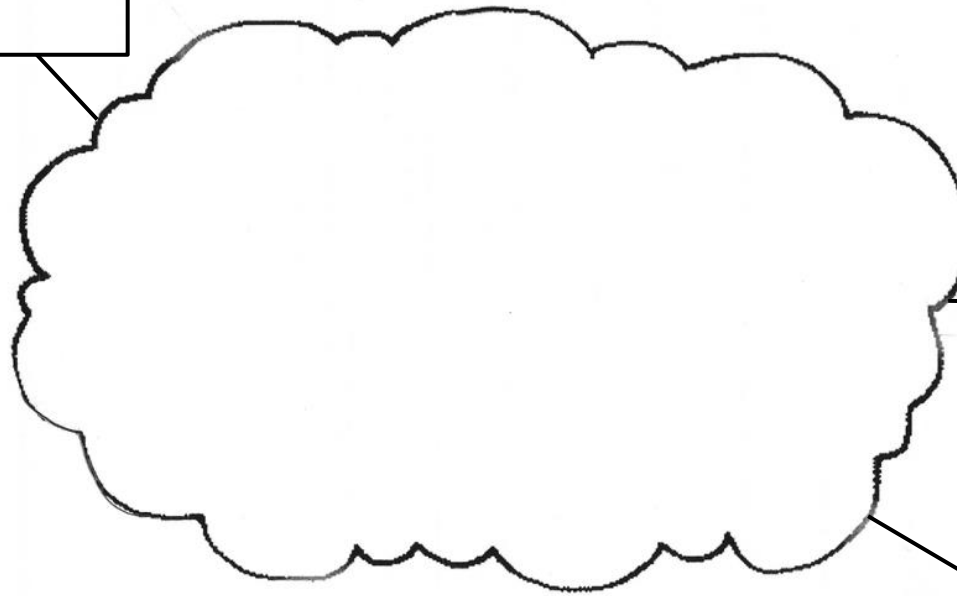


Le fonctionnement du réseau Internet

Michel Gagné
février 2023

Vue simplifiée du réseau Internet

Site de la
Principauté de
Monaco



Jules
Latulipe

Michel
Gagné

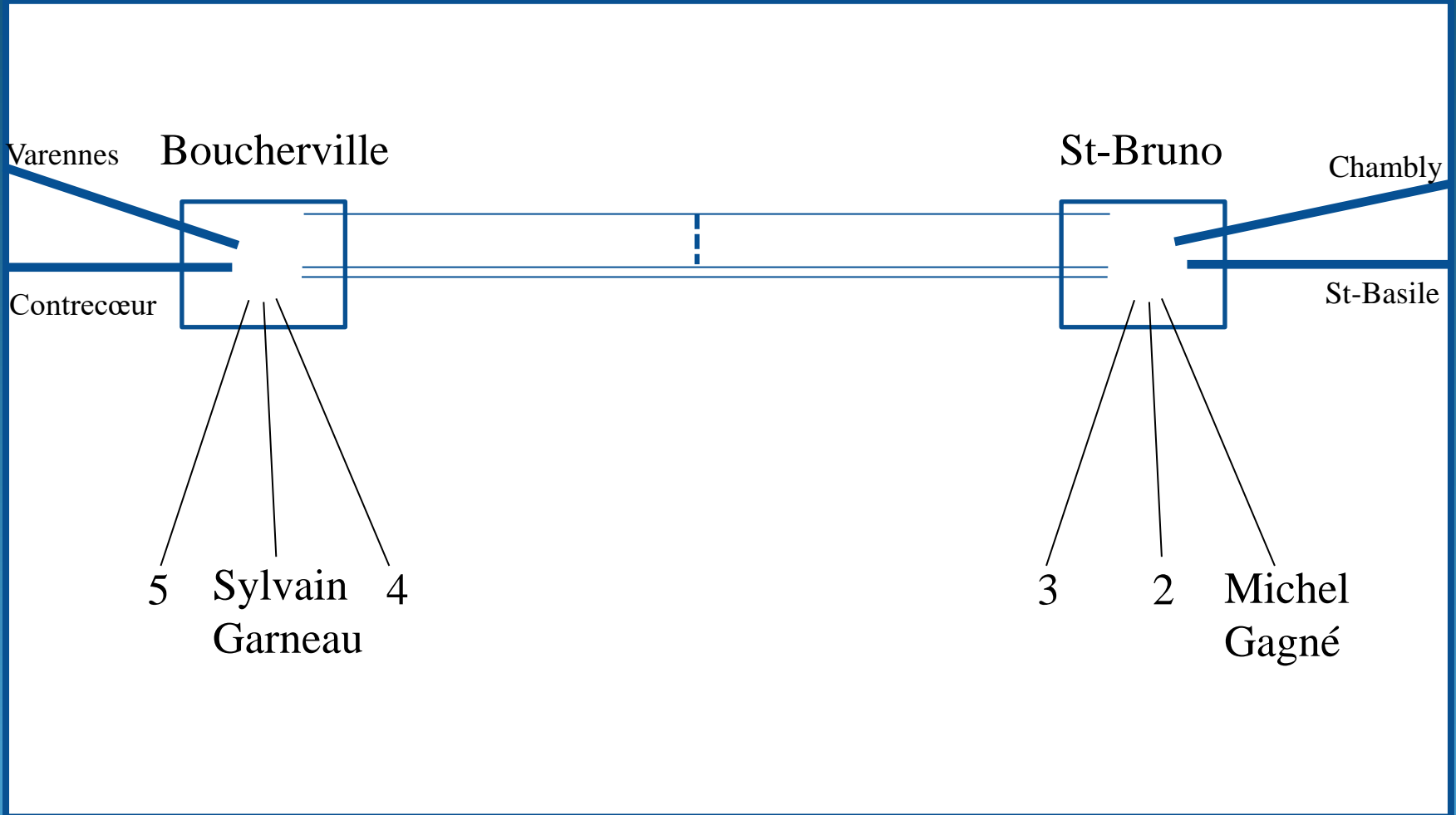
La commutation

Définition : établissement d'une communication entre deux points d'un réseau.

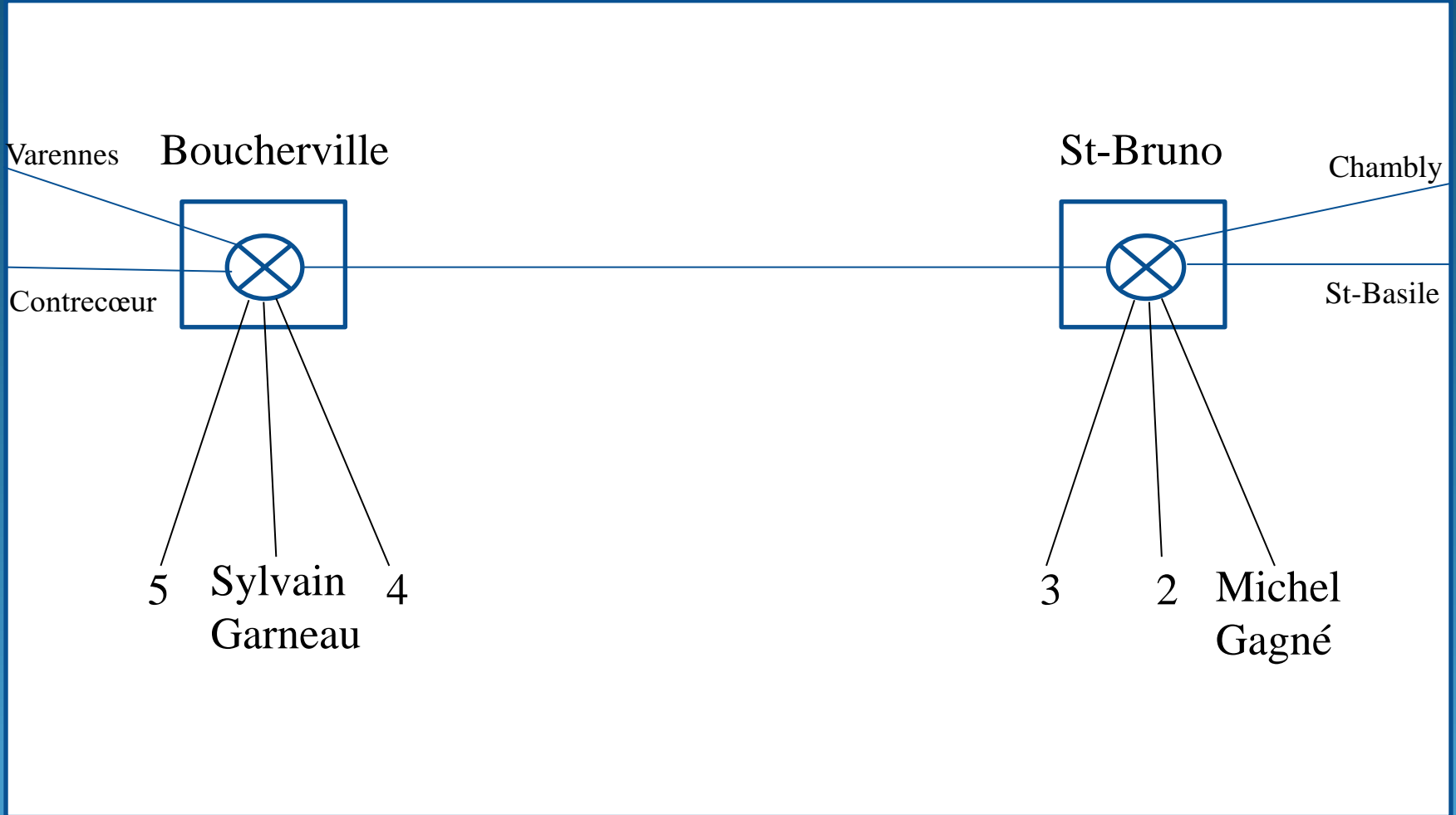
Il y a deux types de commutation

- La commutation de circuits (téléphonie classique)
- La commutation de paquets (Internet)

Commutation de circuits (téléphonie)

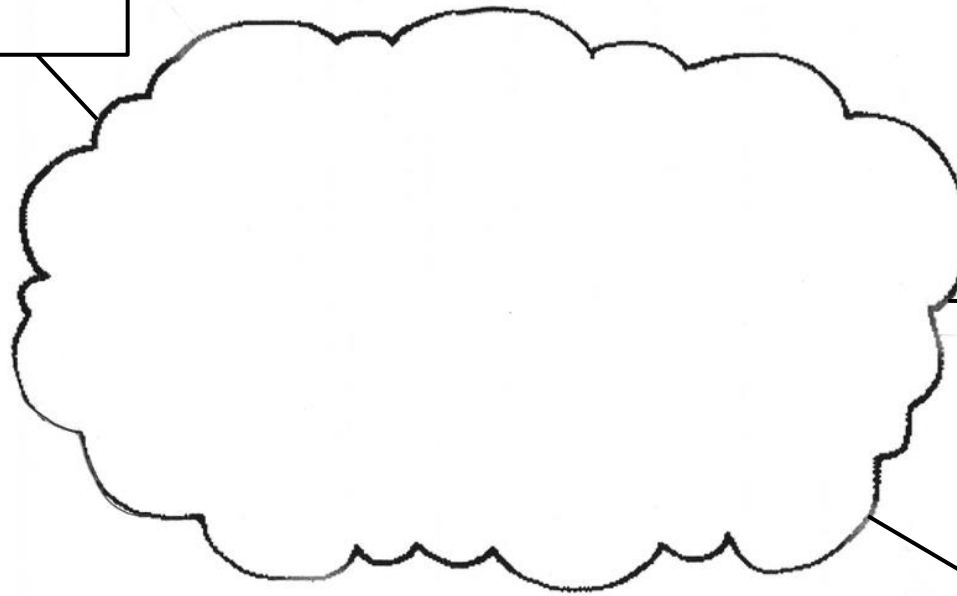


Commutation de paquets (Internet)



Vue simplifiée du réseau Internet

Site de la
Principauté de
Monaco



Jules
Latulipe

Michel
Gagné

Les adresses d'Internet

Deux types d'adresses

- les adresses utilisées par les appareils électroniques
 - ✓ elles sont numériques
 - ✓ appelées **adresses IP**
(IP signifie *Internet Protocol*)
 - ✓ exemple : 198.72.99.138
- les adresses utilisées par les humains
 - ✓ elles sont habituellement alphabétiques
 - ✓ formées de mots faciles à retenir
 - ✓ appelées **adresses web** ou **URL**
(URL signifie Uniform Resource Locator)
 - ✓ exemple : www.cimbcc.org

Les adresses pour les appareils

Historique

- Originellement, en 1969, il y avait 4 ordinateurs sur Internet, leurs adresses étaient : 0, 1, 2 et 3.
- Aujourd'hui, les adresses vont de 0 à 4 294 967 295.

- L'adresse du site du Club est

3 326 632 842 (base 10)

$\underbrace{11000110}_{198}$. $\underbrace{01001000}_{72}$. $\underbrace{01100011}_{99}$. $\underbrace{10001010}_{138}$ (base 2)

198 . 72 . 99 . 138 (base 256)

Les adresses pour les appareils

Historique

- Protocole IPv4 (Internet Protocole version 4)
finalisé en 1981
- Protocole IPv6 (Internet Protocole version 6)
finalisé en 1998

Les adresses pour les appareils

Un protocole de communication

Un protocole de communication, c'est la définition

- de l'information à fournir
- et de l'endroit où on place cette information

pour qu'un message se rende à destination.

Les adresses pour les appareils

Exemple : le protocole de communication postal

Michel Gagné
1649, rue Montarville
Saint-Bruno
Canada
J3V 3T8

Père Noël
1, rue de la Banquise
Pôle Nord
Canada
HOH OHO



Les adresses pour les appareils

Avec la mauvaise information, ça ne marchera pas

Michel Gagné
1649, rue Montarville
Saint-Bruno
Canada
J3V 3T8



Bonhomme jovial
Barbe blanche
Manteau rouge
Bottes noires

Les adresses pour les appareils

Avec la bonne information, mais au mauvais
endroit, ça ne marche pas non plus

Père Noël
1, rue de la Banquise
Pôle Nord
Canada
HOHOHO

Michel Gagné
1649, rue Montarville
Saint-Bruno
Canada
J3V 3T8



Les adresses pour les appareils

Un protocole de communication

Un protocole de communication, c'est la définition

- de l'information à fournir
- et de l'endroit où on place cette information

pour qu'un message se rende à destination.

Les adresses pour les appareils

Exemple : le protocole de communication postal

Michel Gagné
1649, rue Montarville
Saint-Bruno
Canada
J3V 3T8

- 1- Père Noël
- 2- 1, rue de la Banquise
- 3- Pôle Nord
- 4- Canada
- 5- HOH OHO



Les adresses pour les appareils

Le protocole IPv4

En-tête IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version d'IP				Longueur de l'en-tête				Type de service								Longueur totale															
Identification																Indicateur		Fragment offset													
Durée de vie								Protocole								Somme de contrôle de l'en-tête															
Adresse source																															
Adresse destination																															
Option(s) + remplissage																															

1
2
3
4
5
6

Les adresses pour les appareils

Quelques notes sur une adresse IPv4

Une adresse IPv4 (notation décimale à point)

172 . 16 . 254 . 1
↓ ↓ ↓ ↓

10101100.00010000.11111110.00000001

La plus petite adresse :

- = 00000000 00000000 00000000 00000000 (dans l'en-tête du paquet)
- = 0.0.0.0 (en notation IPv4)
- = 0 (en base 10)

La plus grande adresse :

- = 11111111 11111111 11111111 11111111 (dans l'en-tête du paquet)
- = 255.255.255.255 (en notation IPv4)
- = 4 294 967 295 (en base 10)

Les adresses pour les appareils

Le protocole IPv4

En-tête IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version d'IP				Longueur de l'en-tête				Type de service								Longueur totale															
Identification																Indicateur		Fragment offset													
Durée de vie								Protocole								Somme de contrôle de l'en-tête															
Adresse source																															
Adresse destination																															
Option(s) + remplissage																															

1
2
3
4
5
6

Les adresses pour les appareils

Le protocole IPv6

		IPv6																															
Octet		0								1								2								3							
Bit		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0		Version				Class				Flow Label																							
32		Length																Next Header								Hop Limit							
64		Source Address IPv6																															
96																																	
128																																	
160																																	
192		Destination Address IPv6																															
224																																	
256																																	
288																																	

1
2
3
4
5
6
7
8
9
11

Les adresses pour les appareils

Quelques notes sur une adresse IPv6

Une adresse IPv6 (notation hexadécimale à deux-points)

2001:0df8:00f2:0000:05a9:06ee:17b4:0f11

0010000000000101 0000110111111000 000000011110010 0000000000000000
0000010110101001 0000011011101110 0001011110110100 0000111100010001

La plus grande adresse :

= 11111111111111 11111111111111

11111111111111 11111111111111

11111111111111 11111111111111

11111111111111 11111111111111 (dans l'en-tête du paquet)

= ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff (en notation IPv6)

= 341 282 366 921 938 463 463 374 617 431 768 211 455 (en base 10)

(assez pour donner une adresse unique à tous les ordinateurs de la terre, même s'il y avait 667 millions de milliards d'ordinateurs sur chaque millimètre carré de la surface de la Terre)

Les adresses pour les appareils

Adresse statique versus adresse dynamique

Un appareil ayant une adresse statique ne change jamais d'adresse IP

- Un site Web doit avoir une adresse statique
- Vidéotron fournit des adresses (quasi) statiques
- Un site Web peut reconnaître un utilisateur muni d'une adresse (quasi) statique grâce à son adresse (et l'utilisateur est prisonnier de cette adresse, car il ne peut pas la changer)

Un appareil ayant une adresse dynamique change d'adresse IP

- Bell fournit des adresses dynamiques
- Un site Web peut reconnaître un utilisateur muni d'une adresse dynamique grâce à son adresse (mais l'utilisateur n'est pas prisonnier de cette adresse, car il peut la changer)

Un VPN permet à un utilisateur de cacher son adresse IP

Les adresses pour les appareils

Quelques outils intéressants

Pour connaître votre adresse IP

1. Téléchargez la page mon-ip.com.
2. À droite de *Adresse IP est*, lisez votre adresse IP.

Pour savoir si votre adresse est statique ou dynamique

1. Téléchargez la page mon-ip.com.
2. En haut à gauche de la page, cliquez sur *IP Dynamique ?*.
3. À droite de votre adresse IP, lisez votre type d'adresse.

Les adresses pour les appareils

Quelques outils intéressants

Pour connaître l'adresse IP d'un site

1. Téléchargez la page mon-ip.com.
2. En haut à gauche de la page, cliquez sur *IP d'un site Web*.
3. Cliquez sur *Entrez un domaine*.
4. Écrivez l'adresse du site (par exemple, www.cimbcc.org).
5. Cliquez sur le bouton *Envoyer*.

Les adresses pour les appareils

Quelques outils intéressants

Pour connaître la localisation d'une adresse IP

1. Téléchargez la page ipstack.com.
2. Au besoin, effacez l'adresse à gauche de *LOOK UP*.
3. Écrivez l'adresse du site (par exemple, www.cimbcc.org ou 198.72.99.138)
4. Cliquez sur *LOOK UP*.
5. Lisez la localisation.
6. Copiez la latitude et la longitude dans Google Maps pour voir l'emplacement du site.

Les adresses d'Internet

Deux types d'adresses

- les adresses utilisées par les appareils électroniques
 - ✓ elles sont numériques
 - ✓ appelées **adresses IP**
(IP signifie *Internet Protocol*)
 - ✓ exemple : 198.72.99.138
- les adresses utilisées par les humains
 - ✓ elles sont habituellement alphabétiques
 - ✓ formées de mots faciles à retenir
 - ✓ appelées **adresses web** ou **URL**
(URL signifie Uniform Resource Locator)
 - ✓ exemple : www.cimbcc.org

Les adresses pour les humains

Domaine

- Un domaine est un ensemble des sites Web qui partagent une caractéristique commune, par exemple,
 - le domaine .ca est l'ensemble des sites Web dont le nom se termine par .ca,
 - le domaine bell.ca est l'ensemble des sites Web dont le nom se termine par bell.ca.

Les adresses pour les humains

Les domaines de premier niveau (ex. : .ca)

- Un domaine de premier niveau est l'ensemble des sites ayant le même troisième élément dans leur nom (exemples : .ca, .com ou .org)
- Il y a deux types de domaines de premier niveau
 - Les domaines nationaux (2 lettres)
 - Exemples : .ca, .fr, .be, .ru
 - Généralement associés à un pays ou un quasi-pays
 - Il y en a environ 300
 - Les domaines génériques (3 lettres ou plus)
 - Exemples : .com, .org, .net, .taxi, .pizza
 - Généralement associés à un type d'entreprises
 - Il y en a plusieurs milliers

Les adresses pour les humains

Les domaines de deuxième niveau

- Un domaine de deuxième niveau est constitué de l'ensemble des sites ayant les mêmes deuxième et troisième éléments dans leur nom (exemple : cimbcc.org, bell.ca ou google.com).
- On peut imaginer qu'un domaine de deuxième niveau est un territoire plus ou moins grand sur le World Wide Web à partir duquel une compagnie ou une organisation fait ses affaires.
- Une compagnie ou une organisation obtient un domaine de deuxième niveau en le réservant dans un registre (c'est-à-dire un propriétaire d'un domaine de premier niveau comme .org), puis en payant ses frais de location annuels.

Les adresses pour les humains

Les domaines de deuxième niveau (suite)

Le registre (propriétaire d'un domaine de premier niveau)

- Le rôle du registre :
 - réserver l'utilisation exclusive du domaine au propriétaire
 - guider les internautes vers les sites du propriétaire.
- On devient registre
 - en démontrant sa crédibilité à l'organisme qui chapeaute Internet,
 - et en payant 200 000 \$ pour obtenir un nom de domaine de premier niveau,
 - par la suite, le registre tente de faire de l'argent en vendant des locations dans son domaine de premier niveau.

Les adresses pour les humains

L'adresse d'un site

- Exemple : www.cimbcc.org
- .org : le domaine de premier niveau
- cimbcc.org : le domaine de deuxième niveau
- www : l'identifiant du site

Quelques notions intéressantes

- le contrôle des États-Unis
- l'acceptation des caractères *non américains*

Les adresses pour les humains

Les domaines de premier niveau (ex. : .ca, .com ou .org)

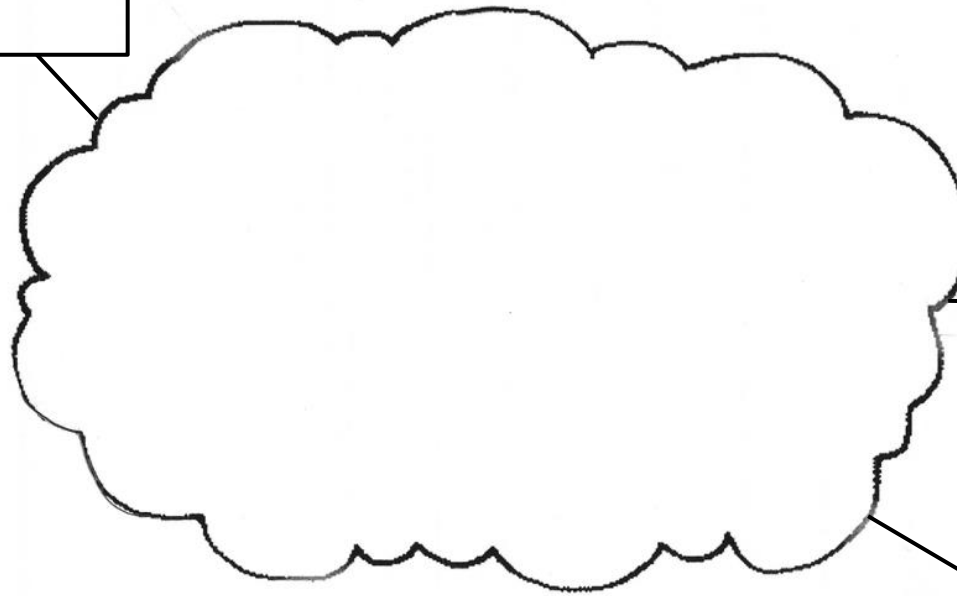
- Les domaines convoités
 - .tv
 - .fm
- Les domaines vérifiés versus non vérifiés
 - .ca (non vérifié)
 - .com (non vérifié)
 - .mil (vérifié)
 - .edu (vérifié)

Les notions de *serveur* et de *client*

- Un *serveur* (*ordinateur serveur*) : un ordinateur sur Internet qui fournit un service; par exemple,
 - c'est un *serveur Web* qui vous fournit les pages du site du Club
 - c'est un *serveur de courrier* qui vous permet d'envoyer et de recevoir des courriels
- Un *client* (*ordinateur client*) : un ordinateur qui demande un service (par exemple, votre ordinateur est un client lorsqu'il demande une page du site du Club)

Vue simplifiée du réseau Internet

Site de la
Principauté de
Monaco



Jules
Latulipe

Michel
Gagné

La traduction des adresses

Deux types d'adresses

- les adresses pour les appareils électroniques
 - ✓ exemple : 198.72.99.138
- les adresses pour les humains
 - ✓ exemple : www.cimbcc.org

La traduction des adresses

Les serveurs DNS (*Domain Name System*)

- Un serveur DNS : un ordinateur qui traduit une adresse Web en adresse IP.
- C'est un serveur DNS qui convertit l'adresse www.cimbcc.org en 198.72.99.138 pour que les routeurs puissent envoyer un message au bon endroit.

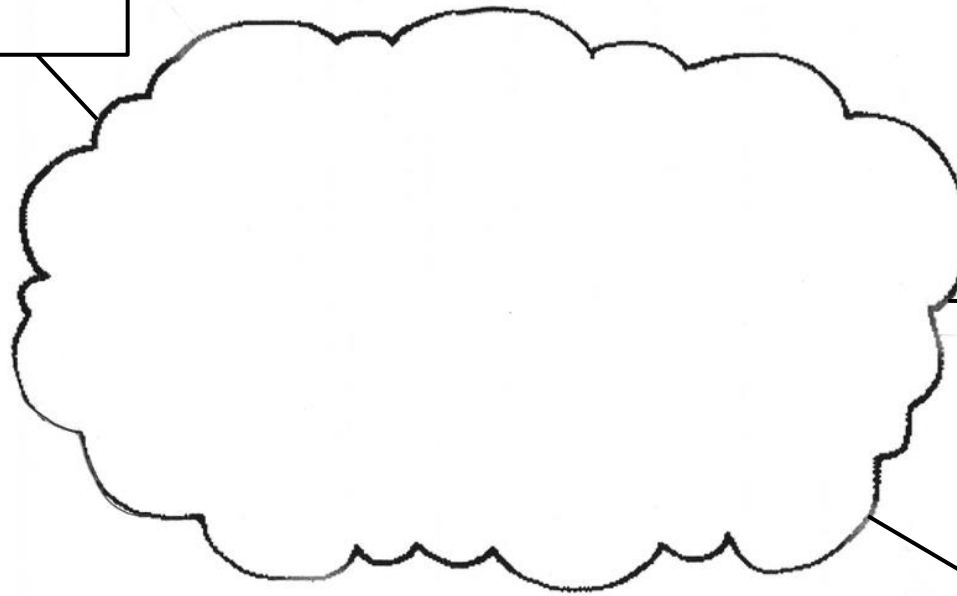
Internet : le réseau des réseaux

Pourquoi l'appelle-t-on le réseau des réseaux?

Parce qu'il permet de connecter ensemble plusieurs réseaux à travers un protocole commun, le protocole IP.

Vue simplifiée du réseau Internet

Site de la
Principauté de
Monaco

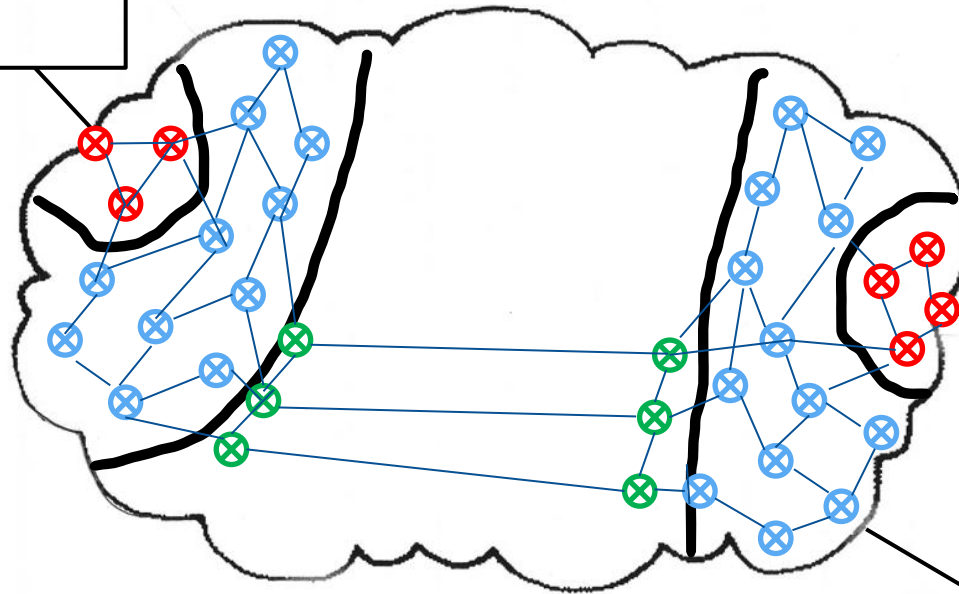


Jules
Latulipe

Michel
Gagné

Vue simplifiée du réseau Internet

Site de la
Principauté de
Monaco

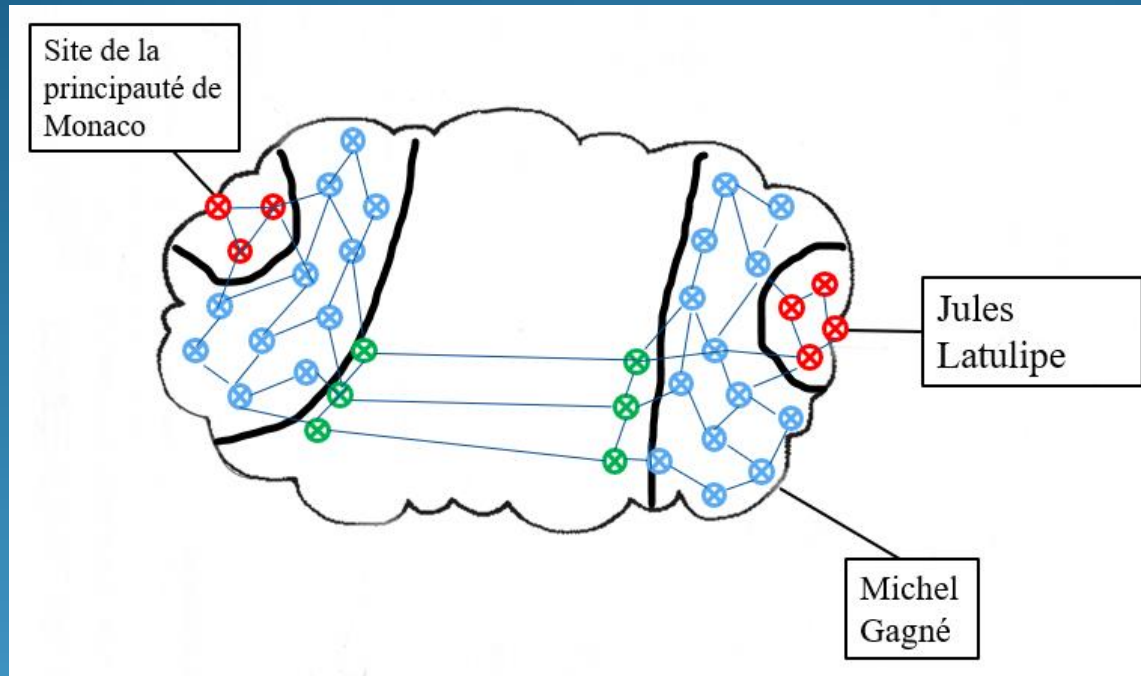


Jules
Latulipe

Michel
Gagné

Le réseau Internet

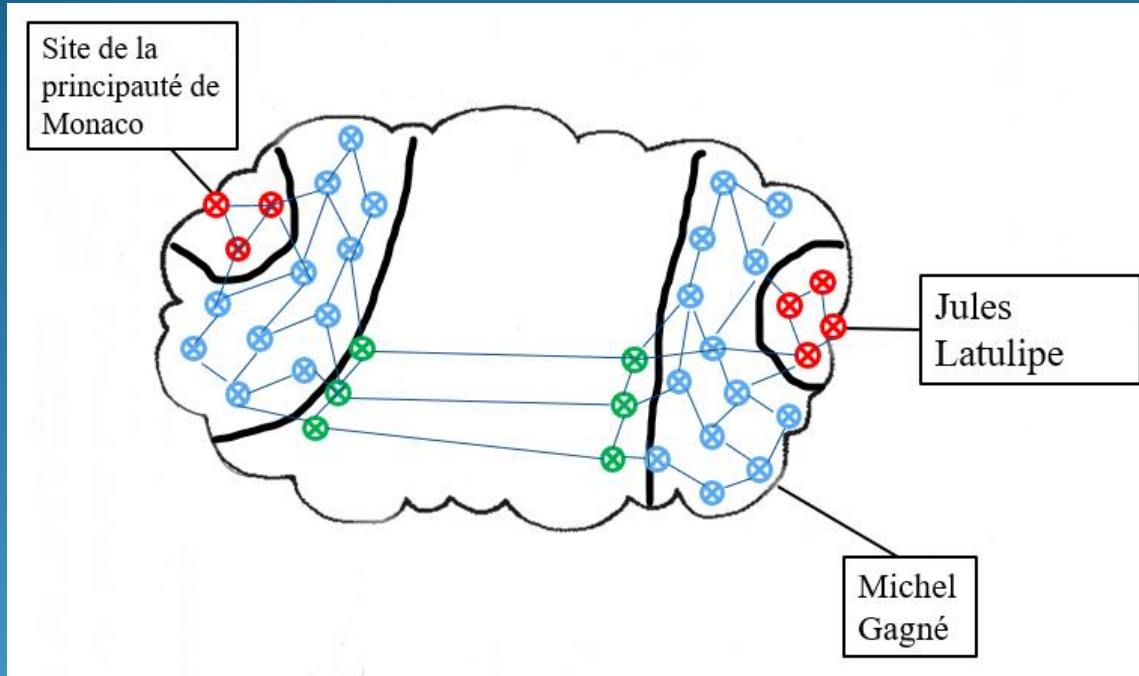
Quelques caractéristiques du fonctionnement



- Pour se rendre à destination, les paquets passent par plusieurs routeurs, appartenant possiblement à plusieurs compagnies.

Le réseau Internet

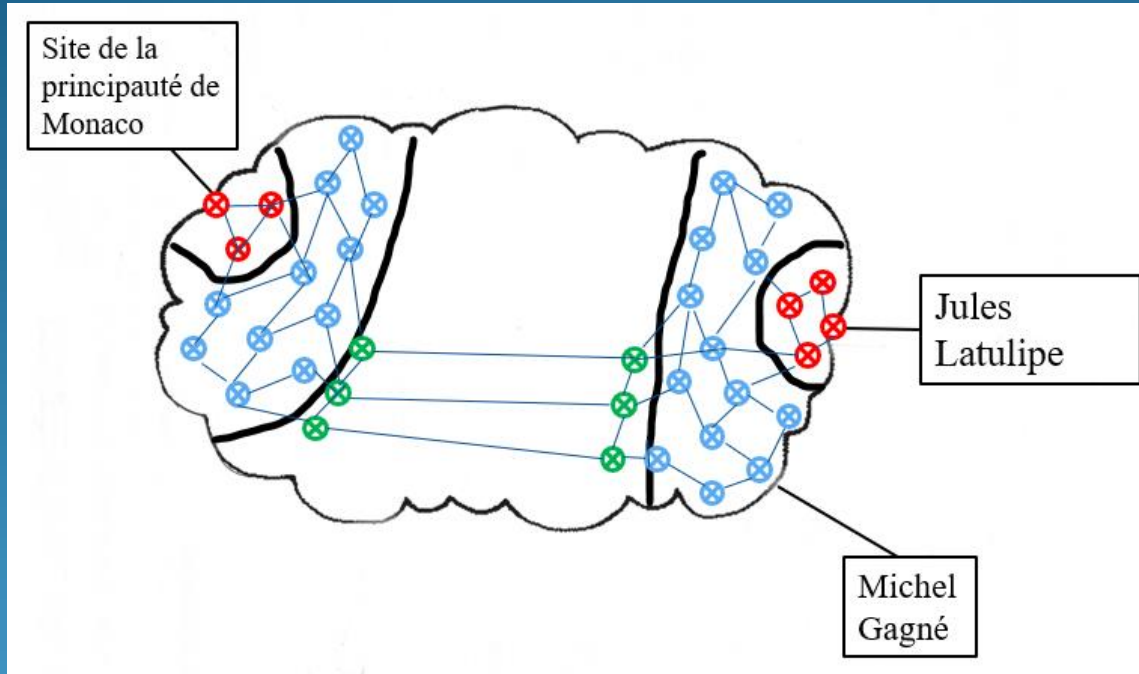
Quelques caractéristiques du fonctionnement



- Tous les paquets d'un message ne passent pas nécessairement par les mêmes routeurs.

Le réseau Internet

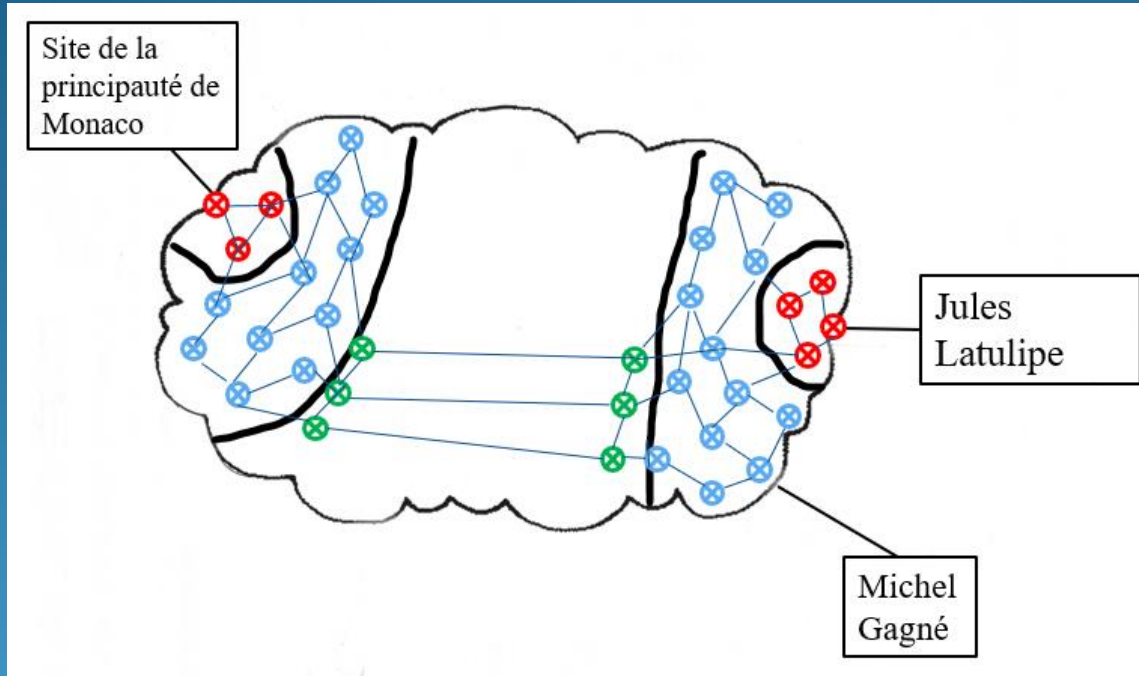
Quelques caractéristiques du fonctionnement



- Les paquets peuvent arriver à destination en désordre et doivent donc être triés.

Le réseau Internet

Quelques caractéristiques du fonctionnement



- Certains paquets peuvent être corrompus en route, l'émetteur en sera avisé et le paquet sera réémis.

La commande ping

Fonction : mesurer le temps que prend un demandeur pour envoyer une requête à une adresse et recevoir une réponse.

Format : *ping www.cimbcc.org* (ou *ping 198.72.99.138*)

Utilités :

- Vérifier que votre connexion à Internet fonctionne (ping 8.8.8.8)
- Vérifier que le site visé fonctionne
- Vérifier qu'il n'y a pas de ralentissement au site visé ou entre le site visé et vous

La commande ping

Appel de la commande

- Dans le champ de saisie de la barre des tâches, écrivez *Invite de commandes*, puis frappez sur la touche *Entrée*.
- Écrivez *ping www.cimbcc.org*, puis frappez sur la touche *Entrée*.

Résultat

```
C:\Users\Admin>ping www.cimbcc.org

Envoi d'une requête 'ping' sur cimbcc.org [198.72.99.138] avec 32 octets de données :
Réponse de 198.72.99.138 : octets=32 temps=6 ms TTL=53
Réponse de 198.72.99.138 : octets=32 temps=7 ms TTL=53
Réponse de 198.72.99.138 : octets=32 temps=7 ms TTL=53
Réponse de 198.72.99.138 : octets=32 temps=7 ms TTL=53

Statistiques Ping pour 198.72.99.138:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 6ms, Maximum = 7ms, Moyenne = 6ms
```

La commande ping

Pour tout connaître sur la commande ping

```
C:\Users\Admin>ping
```

```
Utilisation : ping [-t] [-a] [-n count] [-l size] [-f] [-i TTL] [-v TOS]
               [-r count] [-s count] [[-j host-list] | [-k host-list]]
               [-w timeout] [-R] [-S srcaddr] [-c compartment] [-p]
               [-4] [-6] nom_cible
```

Options :

-t	Effectue un test ping sur l'hôte spécifié jusqu'à son arrêt. Pour afficher les statistiques et continuer, appuyez sur Ctrl+Attn. Pour arrêter, appuyez sur Ctrl+C.
-a	Résout les adresses en noms d'hôtes.
-n count	Nombre de demandes d'écho à envoyer.
-l size	Taille du tampon d'envoi.
-f	Active l'indicateur Ne pas fragmenter dans le paquet (IPv4 uniquement).
-i TTL	Durée de vie.
-v TOS	Type de service (IPv4 uniquement. La configuration de ce paramètre n'a aucun effet sur le type de service dans l'en-tête IP).
-r count	Itinéraire d'enregistrement du nombre de sauts (IPv4 uniquement).

suite sur la page suivante

La commande ping

Pour tout connaître sur la commande ping (suite)

```
-s count      Horodatage du nombre de sauts (IPv4 uniquement).
-j host-list  Itinéraire source libre parmi la liste d'hôtes (IPv4
              uniquement).
-k host-list  Itinéraire source strict parmi la liste d'hôtes (IPv4
              uniquement).
-w timeout   Délai d'attente pour chaque réponse, en millisecondes.
-R          Utilise l'en-tête de routage pour tester également
            l'itinéraire inverse (IPv6 uniquement).
            D'après la RFC 5095, l'utilisation de cet en-tête de routage
            est déconseillée. Certains systèmes peuvent supprimer des
            demandes d'écho si cet en-tête est utilisé.
-S srcaddr   Adresse source à utiliser.
-c compartment Identificateur de compartiment de routage.
-p          Effectue un test ping sur l'adresse de fournisseur
            de la virtualisation réseau Hyper-V.
-4          Force l'utilisation d'IPv4.
-6          Force l'utilisation d'IPv6.
```

La commande tracer

Fonction : afficher les routeurs qu'un message traverse avant d'arriver à destination.

Format : *tracer www.cimbcc.org* (ou *tracer 198.72.99.138*)
tracer www.microclub.ch (club informatique suisse)

Utilités :

- Connaître le nombre de routeurs traversés par un message.
- Diagnostiquer des problèmes de routage (boucle, erreur de routage, congestion, routeur lent)

La commande tracert

Appel de la commande

- Dans le champ de saisie de la barre des tâches, écrivez *Invite de commandes*, puis frappez sur la touche *Entrée*.
- Écrivez *tracert www.cimbcc.org*, puis frappez sur la touche *Entrée*.

Résultat

```
C:\Users\Admin>tracert www.cimbcc.org

Détermination de l'itinéraire vers cimbcc.org [198.72.99.138]
avec un maximum de 30 sauts :

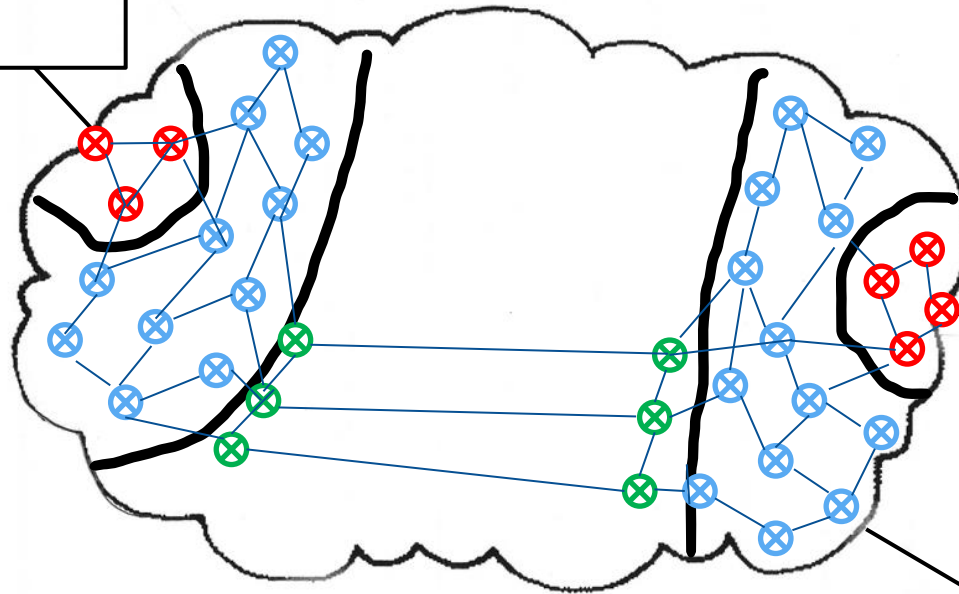
  1    3 ms    1 ms    <1 ms    mynetwork [192.168.2.1]
  2   12 ms    4 ms    4 ms    10.11.18.193
  3    *      *      *      Délai d'attente de la demande dépassé.
  4    7 ms   10 ms    8 ms    tcore4-montreal02_45.net.bell.ca [64.230.36.82]
  5    6 ms    6 ms    6 ms    bx1-montreal02_hundredgige0-2-0-0.net.bell.ca [64.230.91.125]
  6    5 ms    5 ms    6 ms    ix-ae-10-0.tcore1.w6c-montreal.as6453.net [66.198.96.9]
  7    6 ms    5 ms    8 ms    66.198.96.58
  8    6 ms    6 ms    6 ms    ae-1.br01.mtl-02.ca.leaseweb.net [184.107.1.209]
  9    8 ms   15 ms    6 ms    po-601.ce21.mtl-02.ca.leaseweb.net [184.107.1.169]
 10    7 ms    6 ms    6 ms    3c806fa4.vps.io-servers.net [198.72.99.138]

Itinéraire déterminé.
```

Le routeur domestique

Vue simplifiée du réseau Internet

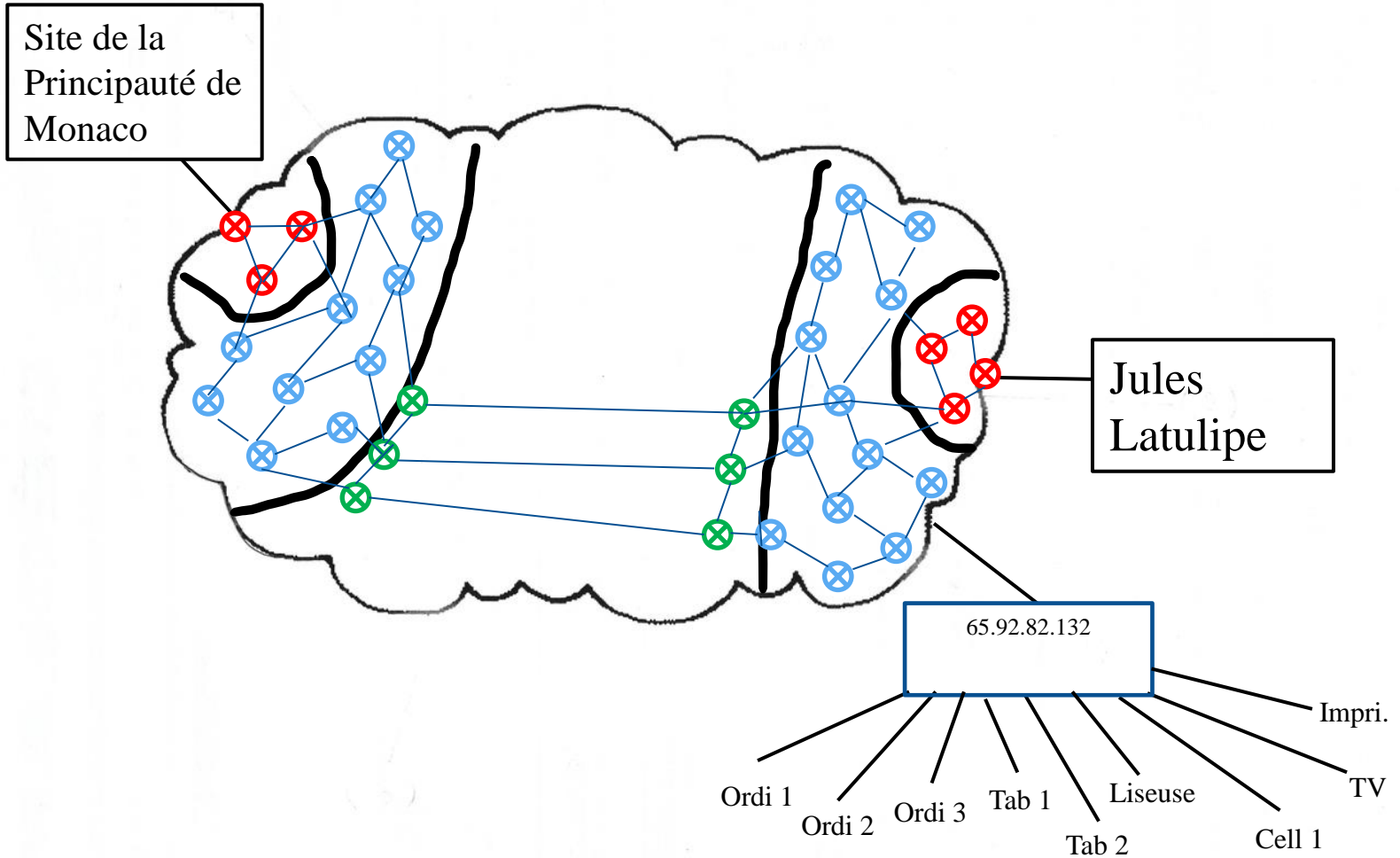
Site de la
Principauté de
Monaco



Jules
Latulipe

Michel
Gagné

Vue simplifiée du réseau Internet



La commande ipconfig

Fonction : connaître les caractéristiques de son réseau domestique

Format : *ipconfig*

Utilités :

- Connaître l'adresse IP de son appareil sur son réseau domestique
- Connaître l'adresse IP de son routeur sur son réseau domestique

La commande ipconfig

Appel de la commande

- Dans le champ de saisie de la barre des tâches, écrivez *Invite de commandes*, puis frappez sur la touche *Entrée*.
- Écrivez *ipconfig*, puis frappez sur la touche *Entrée*.

Résultat

Voir la page suivante.

La commande ipconfig

Configuration IP de Windows

Carte Ethernet Ethernet :

Statut du média. : Média déconnecté
Suffixe DNS propre à la connexion. . . :

Carte réseau sans fil Connexion au réseau local* 1 :

Statut du média. : Média déconnecté
Suffixe DNS propre à la connexion. . . :

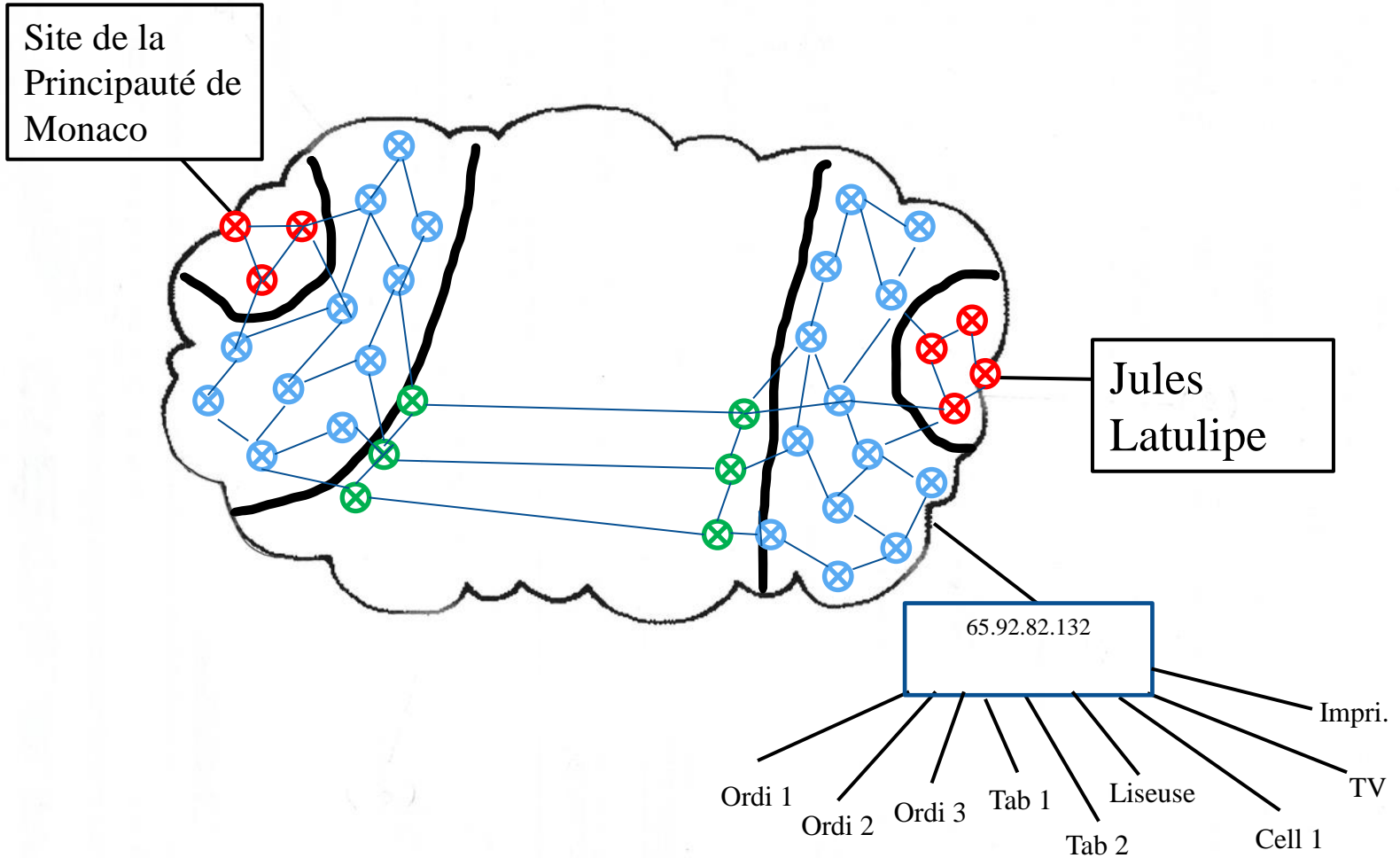
Carte réseau sans fil Connexion au réseau local* 2 :

Statut du média. : Média déconnecté
Suffixe DNS propre à la connexion. . . :

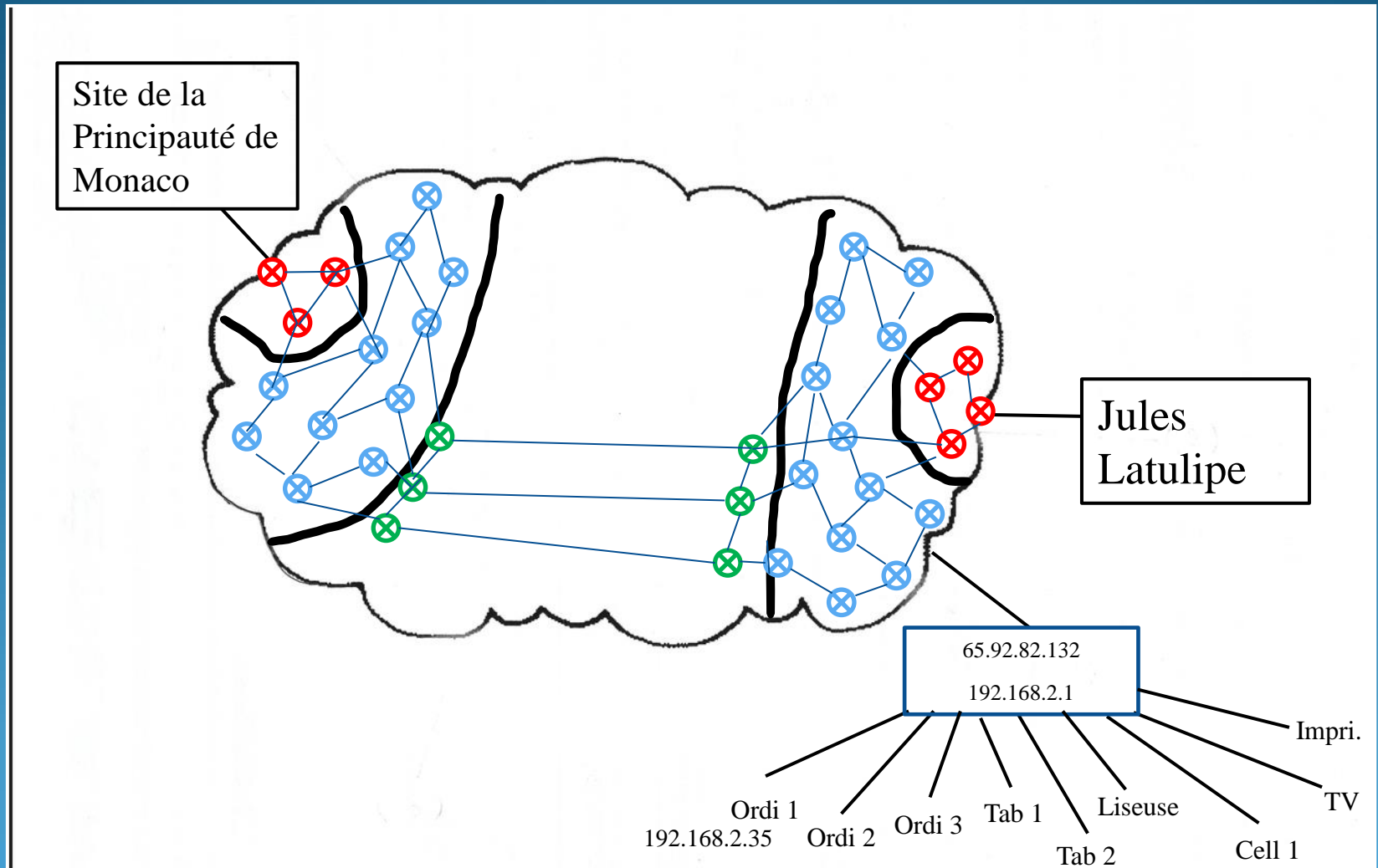
Carte réseau sans fil Wi-Fi :

Suffixe DNS propre à la connexion. . . : home
Adresse IPv6 de liaison locale. . . . : fe80::bd95:b1a2:f090:6759%11
Adresse IPv4. : 192.168.2.35
Masque de sous-réseau. : 255.255.255.0
Passerelle par défaut. : 192.168.2.1

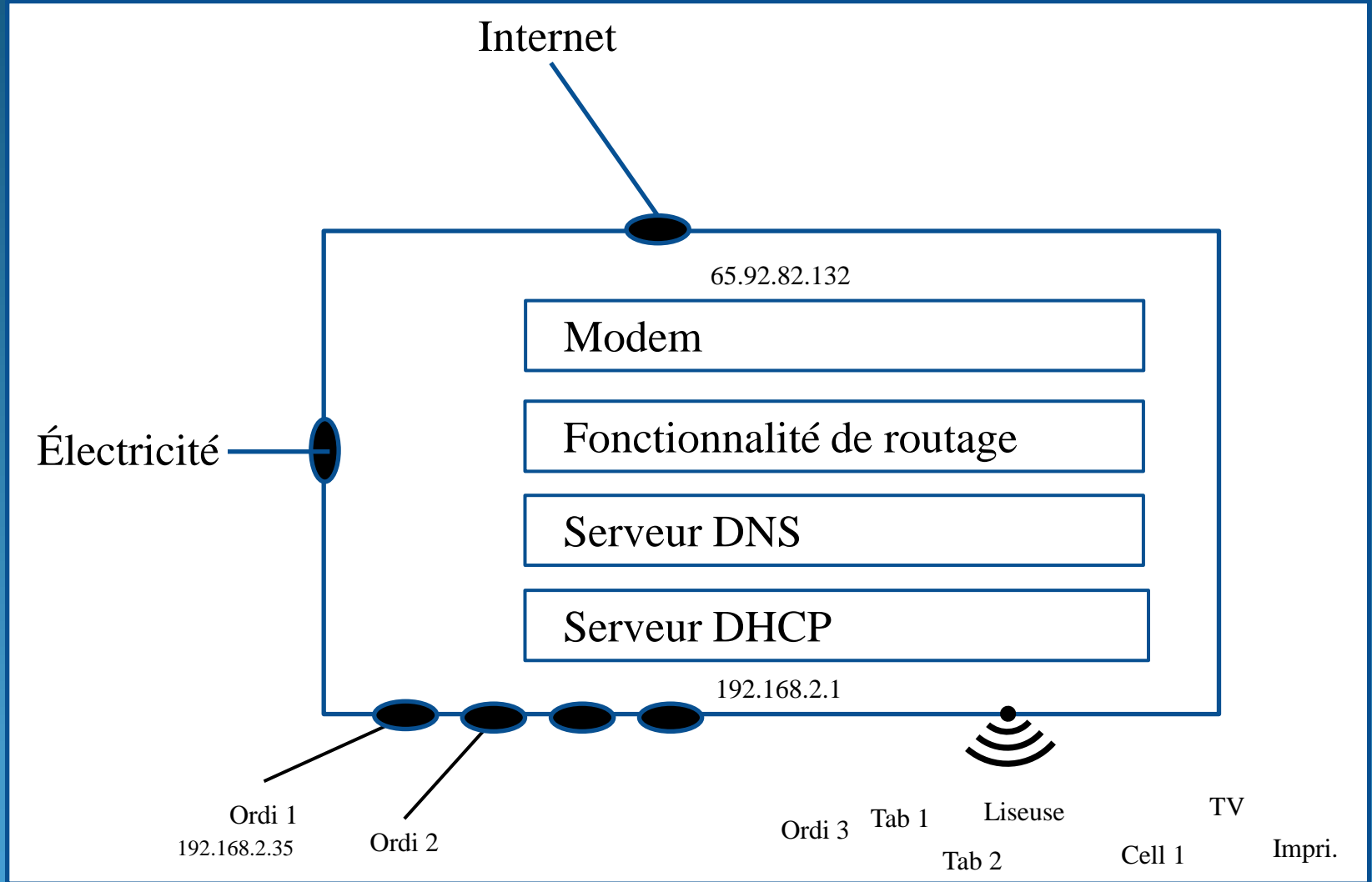
Vue simplifiée du réseau Internet



Vue simplifiée du réseau Internet



Le routeur domestique



La serveur DHCP

DHCP signifie *Dynamic Host Configuration Protocol* (protocole de configuration dynamique de l'hôte).

Un serveur DHCP attribue une adresse IP à un appareil qui demande une telle adresse.

Le routeur domestique

