

Les protocoles d'Internet

Table des matières

I. Contexte	3
II. Internet et ses protocoles	3
III. Exercice : Appliquer la notion	5
IV. SSH - Secure Shell	6
V. Exercice : Appliquer la notion	8
VI. HTTP : HyperText Transfert Protocol	9
VII. Exercice : Appliquer la notion	11
VIII. Les protocoles du mail	12
IX. Exercice : Appliquer la notion	14
X. FTP : File Transfer Protocol	15
XI. Exercice : Appliquer la notion	17
XII. Serveurs web	17
XIII. Exercice : Appliquer la notion	19
XIV. URL - Uniform Resource Locator	19
XV. Exercice : Appliquer la notion	20
XVI. Navigateurs web	21
XVII. Exercice : Appliquer la notion	24
XVIII. Essentiel	24
XIX. Auto-évaluation	25
A. Exercice final	25
B. Exercice : Défi	27
Contenus annexes	28
Solutions des exercices	35

I. Contexte

Durée : 2h

Environnement de travail : Avoir installé un éditeur de code tels que VisualStudioCode¹, Sublime Text², Atom³, Brackets⁴, etc. pour créer les pages hello.html et mapage.html

Pré-requis : Avoir filezilla⁵ (client FTP) et le paramétrer pour qu'il communique avec votre vps (adresse IP, login et mot de passe) pour téléverser vos pages sur votre vps.

Contexte

Internet est un réseau permettant aux ordinateurs du monde entier de communiquer. Cependant, un réseau ce n'est pas que des tuyaux, aucune communication n'est possible s'il n'existe pas des conventions sur la façon de communiquer. On parle de protocoles.

Ce module présente les principaux protocoles utilisés sur Internet, à savoir :

- SSH pour ouvrir un shell sécurisé sur un serveur distant (afin de le commander),
- HTTP pour transmettre des fichiers web (et ainsi naviguer avec son navigateur sur les serveurs du monde entier),
- SMTP, IMAP et POP pour s'échanger des mails,
- FTP pour échanger des fichiers directement entre ordinateurs.

II. Internet et ses protocoles

Objectifs

- Rappeler le fonctionnement d'Internet ;
- Rappeler le modèle OSI ;
- Découvrir la notion de protocole ;
- Découvrir les différents protocoles d'Internet.

Mise en situation

Internet est un réseau reliant des ordinateurs du monde entier. Il rend possible des applications, comme : le Web, le transfert de fichiers ou les mails. Comment ces différents ordinateurs, de marques et de types différents, peuvent-ils arriver à communiquer entre eux ?

Si des PC Windows, des téléphones Android, des tablettes Apple ou même des voitures Tesla, parviennent à communiquer avec des serveurs Linux, c'est parce que, *in fine*, tous ces ordinateurs utilisent des protocoles communs.

¹ <https://code.visualstudio.com/>

² <https://www.sublimetext.com/>

³ <https://atom.io/>

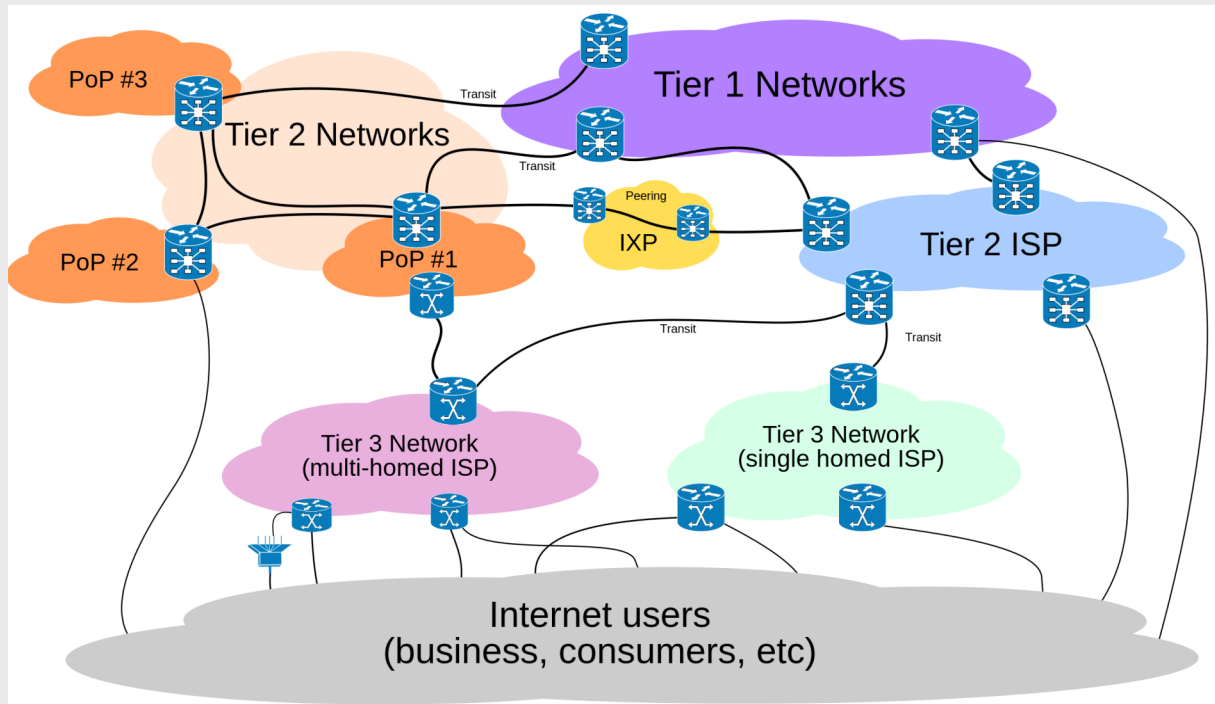
⁴ <http://brackets.io/>

⁵ <https://filezilla-project.org/>

Rappel Structuration d'Internet

Internet fait intervenir plusieurs acteurs :

- les **utilisateurs** qui utilisent le réseau,
- les **fournisseurs d'accès à Internet** (FAI) qui offrent aux utilisateurs finaux un accès au réseau (catégorisés en *Tier*),
- les **fournisseurs de contenus d'application** (FCA) qui souhaitent proposer du contenu sur Internet,
- les **hébergeurs** qui possèdent les machines louées par les FCA,
- les **transitaires** qui permettent aux hébergeurs ou aux FAI de se relier au reste d'Internet.



Décomposition d'Internet en différents acteurs

Pour assurer la communication entre des paires d'ordinateurs appelés **extrémités du réseau**, des messages sont envoyés à travers le réseau et passent par les différents acteurs. Le modèle OSI est un ensemble de normes de **conception** d'équipements informatiques et de normes de **communication** pour que le réseau fonctionne comme un tout.

Rappel Modèle OSI

Le **modèle OSI** (pour *Open Systems Interconnection*) est une norme de communications, en réseau, de tous les systèmes informatiques.

- C'est un modèle conceptuel qui définit le fonctionnement d'un réseau global en **7 couches**. Ce modèle peut être vu comme le modèle conceptuel d'Internet.
 - Chaque couche réalise un **service** accessible via l'**interface** de la couche. Ce service est réalisé grâce à un **protocole**.
1. La couche « **physique** » est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs : elle est limitée à l'émission et la réception de bits.
 2. La couche « **liaison de données** » gère les communications entre deux machines connectées entre elles.
 3. La couche « **réseau** » gère les communications de proche en proche (routage et adressage des paquets).

4. La couche « **transport** » gère les communications de bout en bout entre programmes en cours d'exécution.
5. La couche « **session** » gère la synchronisation des échanges.
6. La couche « **présentation** » est chargée du codage des données applicatives (conversion entre données manipulées au niveau applicatif et chaînes d'octets transmises).
7. La couche « **application** » est le point d'accès aux services réseaux.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A8le_OSI

Définition Protocole

Un protocole informatique est un **ensemble de règles** qui régissent les **échanges de données** entre plusieurs processus ou entre des ordinateurs en réseaux.

Exemple Protocole dans un bureau de vote

Les règles dans un bureau de vote peuvent être vues sous l'angle d'un protocole : le votant se présente, récupère les différents bulletins, réalise un choix tenu secret, vote en soumettant son bulletin, et signe pour attester du vote.

Fondamental Applications d'Internet et protocoles

Dans le cas d'Internet, les protocoles les plus importants sont ceux de ses applications, c'est-à-dire ceux conçus pour les usages d'Internet et situés à la couche 7 du modèle OSI. Chaque protocole dispose d'un **port** qui lui est réservé.

Parmi les applications les plus importantes d'Internet on retrouve :

- les **connexions à des machines distantes** avec **SSH** (*Secure Shell*),
- la consultation de documents sur le **Web** avec **HTTP** (*HyperText Transfert Protocol*),
- le **transfert de fichiers** assuré par le protocole **FTP** (*File Transfert Protocol*),
- l'**envoi et la réception d'e-mails** avec **SMTP** (*Simple Mail Transfert Protocol*), **IMAP** (*Internet Message Access Protocol*) et **POP** (*Post Office Protocol*).

À retenir

- Le modèle OSI est un modèle conceptuel d'Internet composé de sept couches.
- Les protocoles des applications d'Internet se trouvent sur la septième couche et disposent d'un port réservé.
- Les protocoles principaux des applications d'Internet sont SSH, HTTP, FTP et SMTP/POP/IMAP.

Exercice : Appliquer la notion

Les protocoles principaux des applications d'Internet sont : SSH, HTTP, FTP, SMTP, IMAP et POP. Mais il existe de nombreux autres protocoles pour la couche applicative d'Internet.

Consultez la page en.wikipedia.org/wiki/Application_layer¹ (la page en anglais est bien plus complète que celle en français).

Exercice

Parmi ces propositions, lesquelles sont des protocoles de la couche applicative ?

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Application_layer

- ☐ FreeNet
- ☐ DNS
- ☐ IRCP
- ☐ Tor
- ☐ TCP
- ☐ WebDAV
- ☐ IP
- ☐ Ethernet
- ☐ SSMS

III. SSH - Secure Shell

Objectif

- Se familiariser avec le protocole SSH (Secure SHell).

Mise en situation

SSH est une application d'Internet qui n'est pas aussi connue que le Web ou le mail.

Mais elle est très utile dans le monde du développement informatique car elle permet de se connecter à un serveur à distance, puis d'exécuter des commandes sur ce serveur. C'est aujourd'hui le mode de contrôle privilégié des informaticiens sur les serveurs qui font fonctionner Internet.

Rappel Terminal et shell

Le **terminal** (aussi appelé invite de commande ou console) est le moyen le plus naturel pour interagir avec un ordinateur. Ce programme offre un **shell** (une interface système) donnant accès aux programmes de l'ordinateur. Il suffit d'un écran et d'un clavier pour utiliser ce shell.

- *Terminal et shell (cf. p.28)*

Définition Le programme SSH (Secure SHell)

Le programme SSH (*Secure Shell*) permet d'interagir de manière sécurisée avec un ordinateur distant via un shell. C'est le programme de référence pour effectuer des opérations à distance.

Toutes les commandes tapées depuis un clavier d'ordinateur à un emplacement A sont exécutées dans le shell d'un ordinateur à un emplacement B. Les informations qui transitent sur Internet via SSH sont les chaînes de caractères représentant les commandes à exécuter et les chaînes de caractères représentant les résultats de ces exécutions.

Définition Le protocole SSH

SSH est aussi le nom du protocole de communication utilisé par le programme SSH. Ce protocole fonctionne sur une **architecture client-serveur** ; l'ordinateur qui fournit les commandes est le **client** et l'ordinateur qui exécute les commandes sur son système est le **serveur**.

SSH repose généralement sur TCP pour le transport et est par défaut associé au port **22**.

L'établissement d'une connexion SSH se fait en deux étapes :

- l'établissement d'une communication sécurisée,
- l'authentification du client.

Rappel **Chiffrement symétrique et chiffrement asymétrique**

Le **chiffrement symétrique** repose sur le chiffrement et le déchiffrement de messages par une seule clé appelée **clé symétrique**. Ainsi, si deux ordinateurs veulent protéger leurs communications, ils peuvent se mettre d'accord sur une clé symétrique à utiliser et veiller à ce qu'ils soient les seuls à la détenir. Le chiffrement symétrique est rapide mais nécessite un canal sécurisé pour échanger la clé.

Le **chiffrement asymétrique** repose sur le chiffrement et le déchiffrement de messages par deux clés différentes (l'une chiffre les messages et l'autre déchiffre). Dans ce système, une clé est connue de tous : on parle de **clé publique** ; l'autre clé est gardée secrètement : on parle de **clé privée**. Le chiffrement asymétrique est plus lent mais ne nécessite pas de canal sécurisé préalable.

Méthode **Établir une connexion SSH**

On utilise la commande `ssh` depuis un terminal :

```
1 ssh alice@serveurSSH.exemple.com
```

La machine se trouvant à l'adresse `serveurSSH.exemple.com` doit avoir un utilisateur `alice`. Si `ssh` se connecte pour la première fois au serveur, l'utilisateur devra accepter d'utiliser la clé publique du serveur pour des raisons de sécurité.

Sur Windows, Putty est un client SSH qui permet d'ouvrir une console sous SSH. Il est téléchargeable sur le site dédié : <https://www.putty.org/>

Complément **Étape 1 : Établissement d'une communication sécurisée**

Au début de la session et avant de commencer toute interaction entre le client et le serveur, c'est-à-dire avant même que le serveur vérifie que le client est légitime, les deux ordinateurs doivent se mettre d'accord sur un moyen de sécuriser leur communication.

Pour cela, le client et le serveur se mettent d'accord via le protocole de transport (TCP) sur la version du protocole SSH à utiliser et sur une méthode de **chiffrement symétrique** de leur communication.

Les deux ordinateurs vont utiliser des méthodes de chiffrement asymétrique pour échanger une clé symétrique. Cette clé leur permettra donc de protéger toutes les communications suivantes de la session.

À la fin de cette étape, une connexion sécurisée est établie entre le client et le serveur.

Complément **Étape 2 : Authentification de l'utilisateur côté client**

Une fois une connexion sécurisée établie, le serveur doit **authentifier** l'utilisateur qui cherche à se connecter. Il existe deux méthodes d'authentification :

- **Méthode 1 : Par mot de passe**

Puisque le but est ici d'ouvrir un shell à distance, le client cherche à se connecter à un utilisateur de la machine distante. Le serveur peut ainsi demander au client le mot de passe de l'utilisateur via lequel il veut se connecter.

- **Méthode 2 : Par clé**

Chaque utilisateur présent sur le serveur possède une liste de clés publiques de clients de confiance, présentes dans un fichier `authorized_keys`.

1. Le client envoie une des clés publiques de l'utilisateur avec lequel il veut se connecter.
2. Le serveur vérifie le fichier `authorized_keys` de l'utilisateur pour s'assurer que cette clé publique existe.
3. Si oui, le serveur chiffre un nombre aléatoire avec ladite clé publique et envoie le résultat au client.
4. Le client utilise sa clé privée pour déchiffrer le nombre et y appliquer un certain traitement avant de le renvoyer au serveur.
5. Le serveur applique le même traitement au nombre qu'il a envoyé et vérifie que le résultat du client est le même que le sien.
6. Si le résultat est correct, et comme l'utilisateur est le seul à posséder la clé privée et déchiffrer le nombre envoyé par le serveur, il est authentifié.

Complément

La méthode d'authentification par clé nécessite qu'une paire de clés publique/privée soit générée au préalable, et que le serveur ait stocké la clé publique du client dans le fichier `authorized_keys` de l'utilisateur.

Complément

Installer un serveur SSH sur un serveur

Pour rendre un serveur accessible à distance, il faudra installer et lancer un serveur SSH. L'implémentation de référence est OpenSSH que l'on peut installer et activer ainsi sur des serveurs GNU/Linux de la famille Debian.

```
1 sudo apt update
2 sudo apt install openssh-server
3 sudo systemctl start ssh
```

À retenir

- Le protocole SSH permet à un client d'ouvrir un shell sur un serveur distant.
- Ce protocole sécurise les communications en employant plusieurs méthodes de chiffrement, de l'authentification au transfert de données.

IV. Exercice : Appliquer la notion

Trouver un hébergeur qui fournit un accès SSH à un serveur.

- Louer un VPS avec un système d'exploitation Linux (cf. p.31)

Question 1

Se connecter à cette machine en utilisant une authentification par mot de passe.

Indice :

Il faut utiliser la commande `ssh` depuis un shell local.

Indice :

Une connexion `ssh` nécessite :

- L'adresse IP du serveur,
- Le nom d'un utilisateur,
- Le mot de passe de l'utilisateur.

Question 2

Pour la première connexion, pourquoi le terminal a demandé si vous faisiez confiance au serveur ?

Indice :

La clé SSH d'un serveur est unique et sert à la fois à l'identifier et à chiffrer les communications.

Question 3

Vérifier que la clé SSH du serveur a bien été ajoutée aux hôtes connus (`known_hosts`)

Indice :

La commande suivante permet de vérifier qu'un hôte est connu.

```
1 ssh-keygen -F votre_serveur
```

V. HTTP : HyperText Transfert Protocol

Objectif

- Se familiariser avec HTTP.

Mise en situation

HTTP est le protocole du Web : il permet à un client (le navigateur) d'obtenir des pages et des ressources depuis un serveur web (le site).

On connaît ce protocole car les adresses web commencent par `http://`.

Par exemple, `http://en.wikipedia.org/wiki/Tim_Berners-Lee` signifie : je souhaite communiquer avec le serveur `en.wikipedia.org` en utilisant le protocole HTTP, je lui demande de me donner la page qui s'appelle `Tim_Berners-Lee`. On appelle cela une requête HTTP.

Définition HTTP

HTTP (pour *HyperText Transfert Protocol*) est le protocole utilisé par le Web pour le transfert de ressources.

Ce protocole fonctionne sous la forme de **requête-réponse** dans une architecture **client-serveur** : le client adresse une requête HTTP à un serveur qui lui enverra une réponse appropriée.

Ce protocole repose généralement sur un protocole de transport fiable, tel que TCP.

Fondamental Port 80

Le port **80** est le port réservé par les serveurs Web pour HTTP.

Les requêtes HTTP

Il existe différents types de requêtes HTTP, voici les plus importantes :

- **GET** : c'est la plus commune et elle demande à recevoir une certaine ressource disponible sur un serveur web. Quand un client fait une requête **GET**, c'est qu'il veut uniquement recevoir une ressource et qu'il ne cherche pas à la modifier.
- **POST** : une requête **POST** est utilisée dans l'intention de modifier ou ajouter une ressource sur le serveur web.
- **DELETE** : elle est utilisée par le client lorsqu'il veut supprimer une ressource d'un serveur web.

Format des requêtes

Les requêtes HTTP suivent le format suivant :

- le type de la requête (GET, POST, etc.) avec la référence de la ressource en question sur le serveur,
- des en-têtes donnant diverses informations au serveur,
- un corps optionnel contenant des données utiles à la requête ; dans le cas de l'ajout d'une ressource, le corps contiendra la ressource en elle-même.

Exemple Un message HTTP

```
1 GET /wiki/Hypertext_Transfer_Protocol HTTP/1.1
2 Host: www.wikipedia.org
```

On demande à recevoir (GET) la ressource /wiki/Hypertext_Tansfert_Protocol se trouvant sur le serveur www.wikipedia.org.

La directive `Host :` est une en-tête.

Méthode Réaliser une requête GET

Les navigateurs web font, en arrière plan, une requête GET à chaque fois qu'un utilisateur veut consulter une page web. Cependant, il existe des programmes plus simples tels que `wget` ou `curl` pour effectuer des requêtes HTTP en ligne de commande.

```
1 curl https://fr.wikipedia.org/wiki/Hypertext_Transfer_Protocol
```

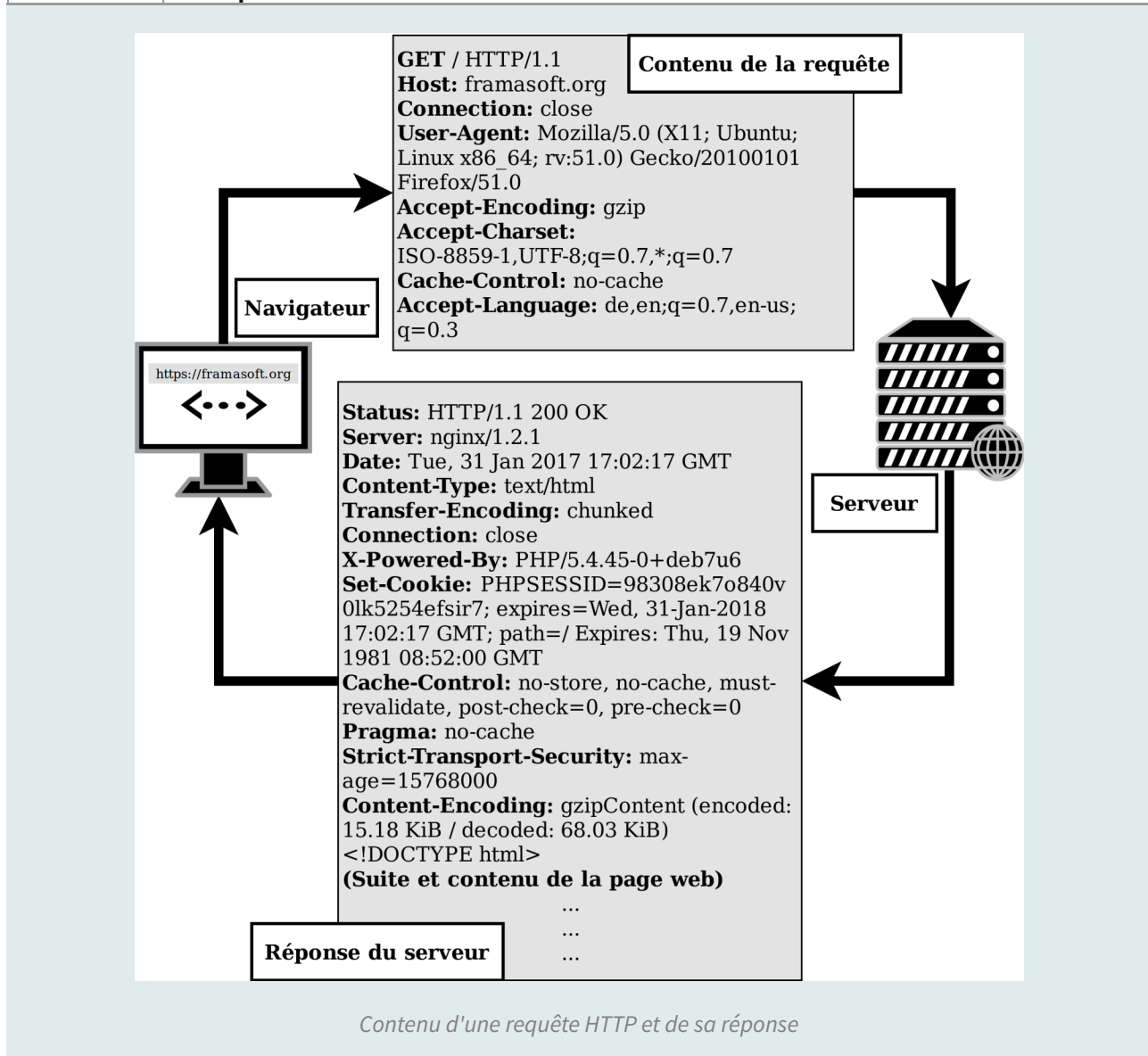
Cette commande enregistre le contenu de la page `Hypertext_Transfer_Protocol` de Wikipédia. Contrairement à un navigateur web, la page n'est pas affichée ni mise en page.

Les codes HTTP

Dans une réponse HTTP, le serveur envoie un code pour donner une information sur l'état de la réponse. En voici quelques-uns avec une signification simplifiée :

- 200 : « Tout est bon »,
- 201 : « Ressource ajoutée avec succès »,
- 401 : « Vous n'avez pas le droit d'accéder à cette ressource, il faut une authentification »,
- 404 : « Ressource non trouvée »,
- 500 : « Erreur du serveur ».

Globalement, les codes 2XX indiquent le succès de la requête, les codes 4XX indiquent un problème dû au client et les codes 5XX indiquent un problème dû au serveur.

Fondamental **Récapitulatif**
**À retenir**

- HTTP est le protocole du Web qui permet d'échanger des ressources, le plus souvent des fichiers HTML.
- Il permet de faire des requêtes pour demander à consulter, ajouter, modifier ou supprimer une ressource sur un serveur web.

VI. Exercice : Appliquer la notion**Question 1**

Utiliser `wget` pour télécharger la page d'accueil de Wikipédia (www.wikipedia.org).

Indice :

Le programme `wget` prend pour argument l'adresse de la page à télécharger.

Question 2

Quel code est renvoyé par le serveur ?

Question 3

Afficher le contenu de la page.

Indice :

On peut utiliser les programmes `cat` ou `more`.

VIII. Les protocoles du mail

Objectif

- Se familiariser avec les protocoles SMTP, IMAP et POP.

Mise en situation

Un service très important d'Internet est la messagerie électronique. Il existe plusieurs protocoles pour envoyer et recevoir des mails.

Pour envoyer des messages, le protocole utilisé est SMTP.

Pour recevoir des messages le protocole le plus utilisé est IMAP. Il existe aussi le protocole POP. IMAP laisse une copie des messages relevés sur le serveur, tandis que POP supprime les messages du serveur une fois ceux-ci copiés sur son ordinateur. POP est moins utilisé aujourd'hui car, avec POP, on ne peut pas consulter ses messages sur deux ordinateurs différents (son PC et son téléphone par exemple).

Un logiciel comme Thunderbird qui permet d'envoyer et recevoir des mails connaît ces trois protocoles.

Définition Simple Mail Transfert Protocol (SMTP)

SMTP est le protocole utilisé pour **envoyer des e-mails** vers un **serveur mail**. Les clients de messagerie utilisent SMTP pour envoyer un e-mail à un serveur, qui est en charge de le relayer ensuite au serveur SMTP du destinataire.

Client de messagerie

Un client de messagerie est un logiciel qui permet de lire et d'envoyer des e-mails.

On différencie les **clients lourds** comme Thunderbird, installables sur un ordinateur, et les **clients légers** comme Gmail, utilisables depuis un navigateur web.

Fondamental Fonctionnement du protocole

SMTP fonctionne par **transactions**. Une transaction SMTP se produit entre un client et un serveur et comporte une séquence de commandes du client et de réponses du serveur.

Il existe trois commandes principale :

- `MAIL` spécifie l'adresse e-mail de la source, pour connaître l'émetteur et savoir à qui répondre.
- `RCPT` définit un destinataire. Il peut y avoir plusieurs commandes RCPT dans une session SMTP.
- `DATA` donne le contenu de l'e-mail à proprement parler.

Une fois le mail arrivé au serveur SMTP du destinataire final, il y reste jusqu'à réception de celui-ci par le destinataire.

Exemple Transaction SMTP

Dans la suite, les lignes commençant par S correspondent aux lignes du serveur ; celles commençant par C correspondent à celles du client.

```
1 S: 220 smtp.example.com ESMTP Postfix
2 C: HELO relay.example.com
3 S: 250 smtp.example.com, I am glad to meet you
4 C: MAIL FROM:<bob@example.com>
5 S: 250 Ok
6 C: RCPT TO:<alice@example.com>
7 S: 250 Ok
8 C: RCPT TO:<theboss@example.com>
9 S: 250 Ok
10 C: DATA
11 S: 354 End data with <CR><LF>.<CR><LF>
12 C: From: "Bob Example" <bob@example.com>
13 C: To: Alice Example <alice@example.com>
14 C: Cc: theboss@example.com
15 C: Date: Tue, 15 Jan 2008 16:02:43 -0500
16 C: Subject: Test message
17 C:
18 C: Hello Alice.
19 C: This is a test message with 5 header fields and 4 lines in the message body.
20 C: Your friend,
21 C: Bob
22 C: .
23 S: 250 Ok: queued as 12345
24 C: QUIT
25 S: 221 Bye
26 {The server closes the connection
```

Les commandes MAIL, RCPT TO et DATA sont bien présentes.

Les réponses du serveur sont associées à des **codes** qui informent le client sur le succès de l'opération.

Complément Les protocoles aussi sont polis

SMTP est un protocole très poli : il demande de saluer le serveur en se présentant avant de pouvoir envoyer un mail.

Cette étape est en théorie facultative, mais toujours très pratiquée pour décliner son identité.

Méthode Créer un serveur SMTP

Un simple serveur SMTP peut être créé via le paquet sendmail.

```
1 sudo apt install sendmail
```

Définition Internet Message Access Protocol (IMAP)

IMAP permet de **gérer ses e-mails stockés sur un serveur mail**. En effet, SMTP ne permet que de faire circuler les e-mails entre les serveurs mail, mais ne permet pas à un utilisateur de consulter et de supprimer ses messages.

Pour y parvenir IMAP ouvre une connexion TCP depuis un client de messagerie. La connexion reste ouverte tant que le client veut accéder à ses messages.

Ce protocole a pour avantage de conserver les e-mails sur le serveur, permettant d'y accéder depuis plusieurs clients différents (ordinateur, smartphone, etc.).

Définition Post Office Protocol (POP)

POP permet aussi de **récupérer les e-mails depuis un serveur mail**. La principale différence avec IMAP est que POP relève le courrier, comme dans une boîte aux lettres : les e-mails disparaissent du serveur à leur première récupération.

Pour cette raison, POP est moins utilisé qu'IMAP.

Complément Décentralisé techniquement, centralisé dans les faits

Le système d'e-mail est un excellent exemple de décentralisation, c'est-à-dire de l'absence de serveur central. Chaque domaine (@picasoft.net, @tutanota.com, @gmail.com, etc.) est indépendant et possède ses propres serveurs de mail, renseignés dans le DNS avec des champs de type MX.

Cette décentralisation empêche en théorie la prise de contrôle des mails par une entité.

En pratique, quelques géants du Web concentrent la plupart des serveurs mails : Gmail, Outlook, Yahoo, etc.

Complément Un protocole simple pour des problématiques complexes

Comme son nom l'indique, SMTP est extrêmement simple. Sa conception est antérieure à HTTP. Initialement, son seul but était de transmettre du texte entre les serveurs mail de plusieurs entités.

Petit à petit, le problème du spam a pris de l'ampleur et a révélé des faiblesses de SMTP :

- Comment vérifier que l'émetteur est légitime ? La transaction SMTP d'exemple montre que l'émetteur est indiqué mais jamais **authentifié**. Il est possible, en théorie, d'usurper n'importe quelle adresse e-mail.
- Comment empêcher les spammeurs d'utiliser un serveur mail pour envoyer des pourriels ? Par défaut, un serveur SMTP est dit ouvert : il reçoit tous les mails et les transmet au serveur SMTP destinataire.
- Comment assurer l'intégrité du message ? Il n'est jamais chiffré et pourrait être modifié par n'importe quel serveur SMTP intermédiaire.

Plusieurs protocoles complémentaires à SMTP visent à **authentifier** l'émetteur, assurer l'**intégrité** du message et **détecter les spams**. Parmi les plus connus :

- SPF, qui indique les adresses autorisées à utiliser un serveur mail.
- DKIM, qui vérifie l'intégrité d'un message par des mécanismes cryptographiques.
- DMARC, qui indique au destinataire les politiques de sécurité mise en place sur le serveur émetteur.

Il existe en tout une trentaine de techniques pour **sécuriser** les mails.

Configurer un serveur mail est donc une tâche complexe, non seulement pour éviter les e-mails malveillants, mais aussi pour prouver sa légitimité aux autres serveurs. Les petits serveurs mails sont régulièrement mis sur liste noire par les géants du Web pour des raisons arbitraires, leur donnant de fait une autorité au sein d'un système décentralisé.

À retenir

- SMTP est le protocole standard pour envoyer des e-mails à un serveur mail.
- IMAP et POP sont des protocoles pour récupérer ses e-mails depuis un serveur mail.

IX. Exercice : Appliquer la notion

Il est possible d'utiliser n'importe quel ordinateur pour envoyer des e-mails.

- Louer un VPS avec un système d'exploitation Linux (cf. p.31)

Question 1

Installer le logiciel `sendmail`, un serveur SMTP flexible.

Indice :

Cette installation doit se faire avec un utilisateur possédant des droits d'administration.

Question 2

Envoyez un mail à l'une de vos adresse mail depuis votre VPS avec le programme `sendmail`.

La commande `sendmail` prend un destinataire en option et a besoin d'un fichier texte (le mail) en entrée.

Indice :

Vous pouvez rédiger le mail avec l'éditeur de texte `nano`. Il contiendra l'en-tête du mail ainsi que ses en-têtes.

```
1 nano mail.txt
```

Indice :

Il n'est pas nécessaire de spécifier un sujet : le corps suffit et constitue le mail minimal.

```
1 Subject: Un mail
2
3 Ce mail a été envoyé depuis mon VPS.
```

X. FTP : File Transfer Protocol

Objectif

- Se familiariser avec FTP.

Mise en situation

Si le mail permet l'échange de messages, il est mal adapté à l'échange de fichiers, surtout s'ils sont nombreux ou volumineux. Le protocole FTP est historiquement le premier à avoir rempli ce rôle. Un client FTP peut déposer et récupérer des fichiers sur un serveur FTP.

Le principal défaut de FTP est qu'il n'est pas chiffré. Ainsi il est remplacé aujourd'hui par ses variantes sécurisées SFTP et FTP/S. On utilise aussi parfois HTTP pour échanger des fichiers, via des sites comme *Wetransfer*.

Exemple Utilisation de FTP

Un développeur a besoin de transférer sur son serveur les fichiers qui constituent son site web. Il va pouvoir utiliser le protocole FTP pour transférer ses fichiers depuis son poste client jusqu'au serveur fourni par l'hébergeur.

Définition FTP — File Transfer Protocol

FTP est le **protocole de référence pour le transfert de fichiers**. Il respecte une **architecture client-serveur** entre un **client FTP** et un **serveur FTP**.

Fondamental Ports

Il a besoin d'un protocole de transport fiable tel que TCP et fonctionne par défaut sur le port **21** pour recevoir les commandes FTP et le port **20** pour recevoir les données.

Attention **Connexion à un serveur FTP**

La connexion à un serveur FTP se fait via un couple nom d'utilisateur/mot de passe. Le client envoie une commande `USER` pour le nom d'utilisateur et une commande `PASS` pour le mot de passe. Cependant, aucune protection n'est offerte par le protocole et donc, par défaut, le mot de passe circule en clair sur Internet. Ce protocole permet aussi l'authentification anonyme sur un serveur.

Conseil

Ne jamais utiliser FTP avec un mot de passe qui est également utilisé par ailleurs. Si le mot de passe était écouté, seul le serveur FTP serait compromis.

N'utiliser que des mots de passe originaux (typiquement générés aléatoirement).

Définition **Les commandes FTP**

Une fois la connexion établie, FTP propose une grande variété de commandes pour interagir avec le système de fichiers. Voici quelques commandes courantes du protocole :

- `USER` : envoyer son identifiant/nom d'utilisateur,
- `PASS` : envoyer son mot de passe,
- `RETR` : récupérer une copie d'un fichier,
- `XPWD` : afficher le dossier courant,
- `CWD` : changer de dossier courant,
- `MLSD` : afficher les noms des fichiers d'un dossier,
- `STOR` : enregistrer un fichier,
- `DELE` : supprimer un fichier.

Il en existe d'autres mais ces commandes sont les plus importantes pour interagir avec le système de fichiers d'un serveur. Un serveur FTP peut aussi choisir de bloquer certaines commandes.

Méthode **Serveur FTP de téléchargement**

Une entreprise ou association peut décider de mettre en téléchargement un logiciel en proposant un accès anonyme à un serveur FTP. Dans ce cas, elle ne donnera droit qu'à la commande `RETR` pour récupérer une copie du logiciel.

Fondamental **Les méthodes sécurisées**

FTP pose un important problème de sécurité par l'absence de chiffrement des communications.

C'est pourquoi il existe aujourd'hui d'autres protocoles similaires à FTP chiffrent les communications par défaut. Ce sont ces protocoles qui sont recommandés.

- **SFTP** (SSH File Transfer Protocol) utilise une session SSH pour transférer les fichiers et implémentent les commandes FTP. C'est le protocole à privilégier lorsqu'on dispose d'un accès SSH à un serveur.
- **FTP/S** est une extension de FTP lui permettant de supporter le protocole TLS. TLS fournit un chiffrement des communications sur un réseau.

Méthode SFTP

Comme pour SSH, cette commande dispose d'un programme éponyme `sftp`.

```
1 sftp user@<adresse-IP>
```

Une fois connecté, plusieurs commandes analogues aux commandes Linux, telles que `mkdir` ou `ls`, sont disponibles pour interagir avec le système de fichiers.

Ces commandes sont des raccourcis pour les commandes utilisées par le protocole. Par exemple, `ls` est traduit en `MLSD`.

À retenir

- FTP est un protocole utilisé pour transférer des fichiers sur Internet.
- Il peut être utilisé pour envoyer des pages web sur le serveur d'un hébergeur.
- SFTP et FTP/S sont des protocoles similaires qui offrent nativement des communications chiffrées.

XI. Exercice : Appliquer la notion

On se propose d'installer un serveur SFTP sur un serveur et de transférer un fichier à travers le protocole SFTP.

SFTP utilise SSH pour transférer les fichiers, il n'y a donc pas d'installation supplémentaire à faire sur le serveur.

- *Louer un VPS avec système d'exploitation Linux (cf. p.31)*

Question 1

Installer le logiciel FileZilla sur l'ordinateur local. Ce client peut envoyer des fichiers avec FTP, SFTP et FTP/S.

Question 2

Ouvrir une session SFTP sur le VPS depuis FileZilla.

Indice :

Pour indiquer que l'on utilise l'on souhaite utiliser le protocole SFTP, le nom d'hôte doit avoir le format suivant :

```
1 sftp://IP
```

Indice :

SFTP utilise SSH pour transférer les fichiers, le port à renseigner est donc celui de SSH.

XII. Serveurs web**Objectifs**

- Comprendre le rôle d'un serveur web dans le World Wide Web ;
- Apprendre à mettre en place un serveur web.

Mise en situation

Quand un utilisateur navigue sur le Web, son client, le navigateur web, fait des requêtes HTTP pour obtenir des contenus depuis un site hébergé sur un serveur web.

On dit que le serveur distant **sert** les pages au client. Deux exemples de serveurs web utilisés aujourd'hui sont Apache et Nginx.

N'importe qui peut installer un serveur web sur une machine reliée à Internet, par exemple un VPS, ou même un Raspberry Pi connecté à domicile. C'est ainsi que l'on devient hébergeur de site web.

Définition Le serveur web

Le serveur web est un logiciel qui **traite les requêtes HTTP** de clients. Ce serveur web est placé sur une machine hébergeant des documents (HTML, CSS, JavaScript, etc.) et est accessible depuis Internet ou un réseau local (un intranet).

Les ressources servies par le serveur peuvent être **statiques**, c'est-à-dire sans qu'elles existent préalablement à la requête (un fichier HTML, une image PNG, etc.) ou **dynamiques**, c'est-à-dire construites à chaque requête faite au serveur.

Remarque Serveur Web et serveur HTTP

Les serveurs web utilisent presque exclusivement le protocole HTTP, créé spécifiquement pour le Web. On parle par abus de langage de serveur web, mais le nom **serveur HTTP** est aussi possible.

Exemple Serveurs HTTP modernes

- **Apache** : le serveur web le plus utilisé avec 44,3% des parts de marché en février 2019.
- **Nginx** : le deuxième serveur web le plus utilisé mais est le premier parmi les 1000 sites les plus actifs.
- **Node.js** : un environnement d'exécution JavaScript en dehors du navigateur qui fait aussi office de serveur HTTP.

Méthode Installation d'un serveur Apache sous GNU/Linux

Sur les distributions de famille Debian, `apt` est utilisé par défaut pour la gestion des logiciels. Il faut commencer par mettre à jour les dépôts de logiciels sur son serveur.

```
1 apt update
```

Puis installer la dernière version d'Apache ainsi :

```
1 apt install apache2
```

Après l'installation, le serveur est prêt à recevoir des requêtes HTTP sur son port 80.

Fondamental

Par défaut, Apache va placer ses fichiers de configuration dans le dossier `/etc/apache2` et sert les fichiers du répertoire `/var/www/html`.

Complément Installation d'un serveur Nginx sous GNU/Linux

On pourra se référer aux documentations suivantes pour installer le serveur web Nginx :

- <https://doc.ubuntu-fr.org/nginx>
- Installer Nginx (nginx.com)¹

¹ <https://docs.nginx.com/nginx/admin-guide/installing-nginx/installing-nginx-open-source/>

À retenir

- Un serveur hébergeant des fichiers web a besoin d'un serveur web pour les rendre disponibles à travers le protocole HTTP.
- Apache et Nginx sont les serveurs web les plus utilisés.

XV. Exercice : Appliquer la notion**Question 1**

Installer `apache2` sur un VPS.

- *Louer un VPS avec système d'exploitation Linux (cf. p.31)*

Indice :

On utilisera l'utilitaire `apt` sur Debian/Ubuntu depuis un utilisateur possédant des droits administrateur.

Question 2

Dans la barre d'adresse d'un navigateur web, entre l'adresse IP de votre VPS. Que voyez-vous ?

Question 3

Quel est le chemin complet de la page par défaut service par Apache sur le serveur ?

Indice :

Par défaut, Apache sert les fichiers du répertoire `/var/www/html`.

Indice :

On peut lister le contenu d'un répertoire avec la commande `ls`.

XVI. URL - Uniform Resource Locator**Objectifs**

- Comprendre l'intérêt de l'URL ;
- Savoir lire une URL.

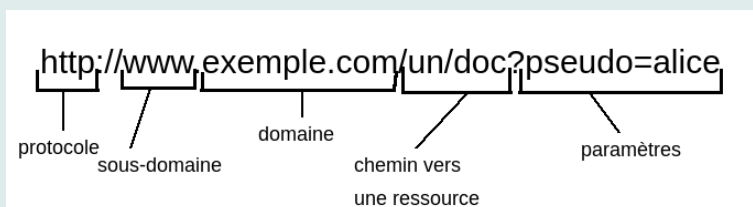
Mise en situation

Une requête HTTP permet à un client web, le navigateur, de demander une ressource spécifique à un serveur web. Par exemple la page `contact.html` ou l'image `directeur.png`. Toutes les ressources présentes sur le web disposent d'une URL unique, c'est l'adresse web que l'on retrouve dans son navigateur.

Par exemple : <https://www.cnrtl.fr/definition/informatique> est une URL qui signifie : je souhaite la page identifiée par *definition/informatique* située sur le serveur *www.cnrtl.fr*.

Définition Les URL

Les URL sont nées en même temps que le World Wide Web et permettent d'identifier une ressource sur un serveur web.



Décomposition d'une URL

Elles contiennent :

- Le **protocole** à utiliser pour accéder à la ressource, ici HTTP,
- L'**adresse du serveur** à rejoindre, ici le nom de domaine `www.exemple.com`,
- Le **chemin de la ressource** dans le serveur,
- Éventuellement des paramètres que l'on veut envoyer au serveur (utilisés par les requête HTTP GET).

Exemple

Lorsque <https://www.wikipedia.org/wiki/URL> est rentrée dans un navigateur web, ce dernier fait une requête GET sur la ressource « `/wiki/URL` » du serveur pointé par `www.wikipedia.org`, en sécurisant la connexion grâce à HTTPS.

Syntaxe Éléments de syntaxe d'une URL

Certains caractères sont réservés pour un usage spécifique. Par exemple :

- le caractère `/` est réservé pour indiquer le chemin des fichiers à consulter,
- le caractère `?` est réservé pour annoncer les paramètres à transmettre au serveur,
- le caractère `=` est réservé pour indiquer la valeur des paramètres,
- le caractère `#` est réservé pour indiquer un **fragment**, souvent une partie spécifique de la page web (par exemple, un paragraphe).

Lorsqu'un caractère réservé doit être utilisé pour autre chose dans l'URL, il est remplacé par un symbole pourcent suivi de son code ASCII au format hexadécimal (`'/'` devient `%2F` et `'?'` devient `%3F`).

À retenir

- Une URL permet d'identifier une ressource précise sur un serveur web donné.
- Les URL permettent de passer des paramètres aux serveurs web.

XVII. Exercice : Appliquer la notion

Vous venez de créer la page web ci-après affichant « Bonjour `<prénom>` », `<prénom>` étant remplacé par le paramètre `name` de la requête GET.

Cette page s'appelle `hello.html`.

Télécharger `hello.html` depuis le site web du module.

[cf. hello]

Question 1

Téléverser la page `hello.html` sur un VPS où est installé un serveur web.

Rappels :

- Louer un VPS avec système d'exploitation Linux (cf. p.31)
- Installer un serveur web Apache (cf. p.)

Indice :

On pourra utiliser *FileZilla en SFTP* (cf. p.) ou la commande `scp` qui permet de copier des fichiers sur un serveur distant via SSH.

Question 2

Déplacer la page `hello.html` dans le dossier servi par Apache.

Indice :

`cp` est une commande Bash qui permet de copier un fichier.

Indice :

Par défaut avec Apache, la racine du serveur web est : `/var/www/html`.

Question 3

Trouver l'URL permettant d'afficher « Bonjour Bob ».

Indice :

La syntaxe pour passer des paramètres à une page web avec une requête `GET` est la suivante :

```
1 http://adresse-serveur/fichier?parametre=valeur
```

XVIII. Navigateurs web

Objectif

- Comprendre ce que fait un navigateur web.

Mise en situation

De nombreux programmes savent utiliser le protocole HTTP pour demander des ressources web. Les plus populaires d'entre eux sont les navigateurs, comme Firefox, Chrome ou Edge. La majorité du temps ces navigateurs demandent aux serveurs web des pages HTML, des fichiers de mise en forme CSS, des images, des vidéos, ou des programmes JavaScript.

En effet, outre leur capacité à parler le HTTP les navigateurs savent afficher les pages HTML de façon lisible par l'homme. Ils savent aussi les mettre en forme avec CSS, jouer des vidéos ou encore exécuter le langage de programmation JavaScript.

Définition Les navigateurs web

Un navigateur web est client HTTP qui a trois rôles.

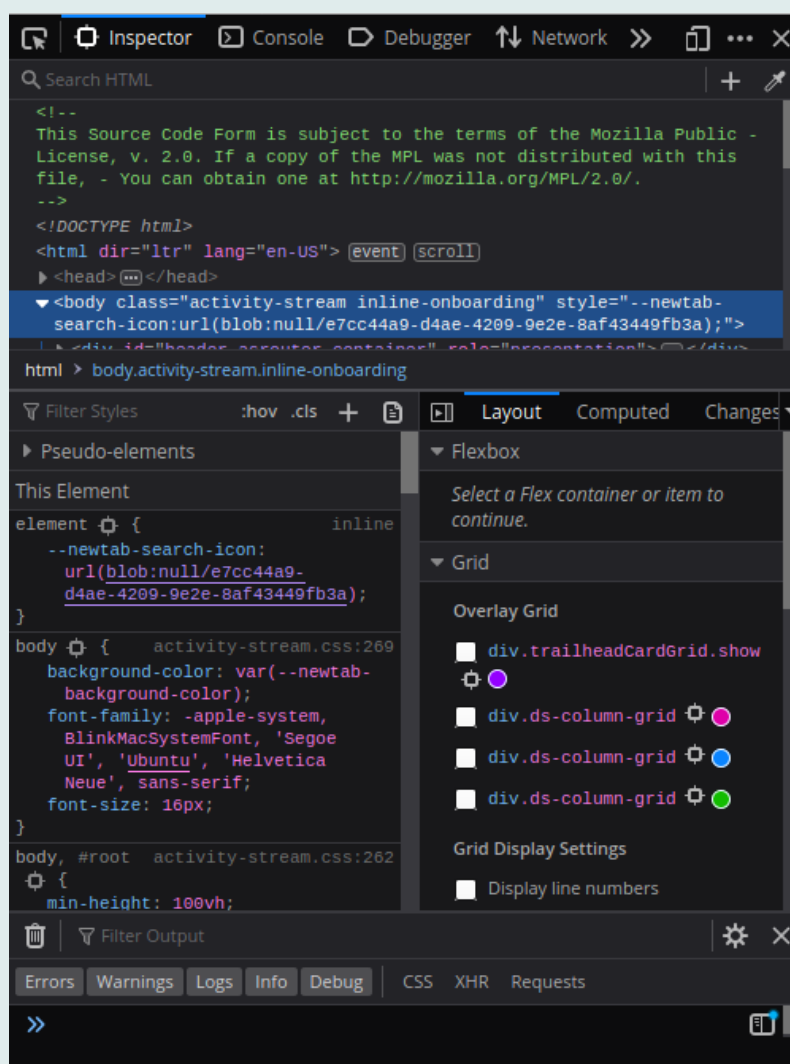
1. Effectuer des requêtes HTTP (GET, POST, etc.).
2. Comprendre les réponses à ces requêtes.
3. Interpréter les fichiers web (HTML, CSS) retournés.

Par ailleurs, tous les navigateurs web possèdent un interpréteur JavaScript permettant d'exécuter ce langage sur l'ordinateur client.

Fondamental Les outils de développement sous Firefox

Les navigateurs possèdent aussi une partie « Outils de développement » destinée à aider les développeurs web dans leur activité.

Sous Firefox, ces outils sont disponibles en appuyant sur F12 ou Clique Droit → Inspecter l'élément.



Outils de Développement Firefox

Voilà à quoi ressemble l'inspecteur depuis le site mozilla.org.

On retrouve plusieurs onglets en haut de la fenêtre. En voici les plus importants :

- L'inspecteur :

C'est celui que l'on voit sur l'image ci-dessus, on y retrouve l'HTML de la page et son CSS. Ils sont modifiables depuis cet onglet.

- La console :

C'est une console JavaScript. Un utilisateur peut donc y écrire des lignes de JavaScript qui seront interprétées à la volée.

- Le déboguer :

Cet outil permet un suivi très fin de ce qu'il se passe pendant l'interprétation de la page et l'exécution de JavaScript.

- Le moniteur réseau :

Cet outil permet d'analyser avec une précision fine toutes les requêtes envoyées et leur réponse associée.

St...	M...	Domain	File	Cause	Ty...	Transfer...	Size
304	GET	www...	/en-US/	document	ht...	cached	17...
200	GET	www...	site.133e404d326d.js	script	js	cached	0 B
200	GET	www...	protocol-core.9e72b5c2515...	stylesheet	css	cached	57...
200	GET	www...	home-2018.00d7b2b54843....	stylesheet	css	cached	29...
200	GET	www...	gtm-snippet.9f9cf2026c5f.js	script	js	cached	51...
200	GET	www...	common-protocol.0cfc444f...	script	js	cached	0 B
200	GET	www...	stub-attribution.4e24eb9b8...	script	js	cached	0 B
200	GET	www...	home.c5483f81f59a.js	script	js	cached	0 B
304	GET	www...	gtm.js?id=GTM-MW3R8V&l=...	script	js	cached	0 B
200	GET	www...	logo-sm.f2523d97cbe0.png	img	png	cached	2....
200	GET	www...	placeholder.71a50dbba44c....	img	png	cached	95...
200	GET	www...	logo-sm.d3157a6ac671.png	img	png	cached	2....
200	GET	www...	logo-sm.d1b49e50ffb7.png	img	png	cached	2....
200	GET	www...	logo-sm.751c5555e455.png	img	png	cached	2....
200	GET	www...	logo-word-hor.96f28a0f9ae...	img	svg	cached	9....
200	GET	www...	logo-word-hor-sm.5622edb...	imageset	png	cached	5....
200	GET	www...	billboard-more-power.f83d...	imageset	png	cached	25...
200	GET	www...	billboard-healthy-internet.4...	imageset	png	cached	25...

33 requests | 492.21 KB / 867 B transferred | Finish: 1.48 s | DOMContentLoaded: 6...

Outils de Développement Firefox — Onglet Firefox

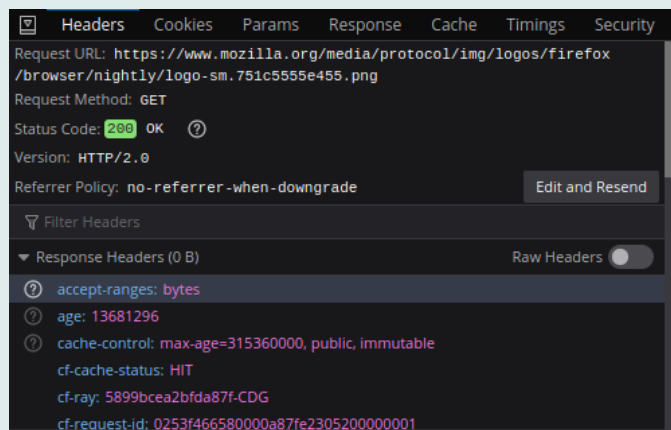
Voici un extrait du moniteur réseau affiche quand on accède à la page d'accueil de l'adresse www.mozilla.org.

Il y pour chaque requête :

- le code HTTP de la réponse (304 pour signifier que le document demandé n'a pas été modifié depuis la dernière demande et 200 pour dire que tout va bien),
- la requête complète, ici il s'agit d'accéder à la page d'accueil, il n'y a donc que des GET pour récupérer le HTML, le CSS, les script JavaScript et les images,
- l'adresse du serveur web (www.mozilla.org),

- la ressource demandée,
- le type du fichier (HTML, CSS, PNG, etc),
- la quantité transférée, cette valeur est à `cached` lorsque que le navigateur l'avait déjà en mémoire,
- la taille de la ressource.

En cliquant sur une requête, toutes ses informations apparaissent.



Outils de Développement Firefox — Onglet Requête

Sur Chrome, la fenêtre d'outils de développement est essentiellement la même.

À retenir

- Les navigateurs web sont des clients HTTP.
- Ils interprètent les langages du Web (HTML, CSS, JS).
- Ils disposent d'outils de développement permettant d'inspecter les fichiers des pages web et les requêtes et réponses HTTP.

XIX. Exercice : Appliquer la notion

Lancez une fenêtre Firefox, ouvrez la fenêtre des outils de développement (avec la touche F12) et allez sur la page d'URL <https://fr.wikipedia.org/>.

Question 1

Quelle est la taille du fichier HTML ?

Indice :

Cette information peut être trouvée dans l'onglet Réseau, puis dans le sous-onglet HTML.

Indice :

Rafraîchissez la page avec F5.

Question 2

Aller à l'URL : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Unefausseadresse>.

Quel code est renvoyé sur la ligne du fichier HTML ?

XX. Essentiel

Internet est un réseau physique qui permet de relier les machines entre elles grâce à des câbles et des ondes. Mais c'est aussi un ensemble de protocoles, c'est à dire de langages de communication standard.

Ce sont ces protocoles qui permettent à tous les ordinateurs du monde de communiquer entre eux, indépendamment de leur architecture physique, de leur système d'exploitation ou même de leurs logiciels.

Il existe des protocoles pour échanger des mails (SMTP, IMAP et POP) ou encore pour échanger des fichiers (comme FTP).

Il existe des protocoles pour se connecter à des serveurs à distance (comme SSH).

Il existe enfin le protocole qui permet l'existence du Web : HTTP. C'est ce langage qui permet aux navigateurs web de demander des ressources à des serveurs web : page HTML, image, vidéo, etc. Les navigateurs effectuent ces requêtes grâce à la mécanique des URL qui permettent de donner une adresse unique à chaque ressource présente sur un serveur web connecté à Internet.

XXI. Auto-évaluation

A. Exercice final

Exercice : Quiz - Culture

Exercice

Quels protocoles sont utilisés pour consulter ses mails sur un serveur distant ?

- ☐ HTTP
- ☐ IMAP
- ☐ POP
- ☐ SSH
- ☐ SMTP

Exercice

Quel protocole peut-on utiliser pour ouvrir un shell sur un serveur hébergeant un site web ?

- ☐ URL
- ☐ SSH
- ☐ HTTP
- ☐ Aucune de ces réponses

Exercice

Quel protocole peut être utilisé pour envoyer des fichiers web sur son serveur web ?

- ☐ HTTP
- ☐ POP
- ☐ FTP
- ☐ Aucune de ces réponses

Exercice

Quels types de chiffrement utilise SSH ?

- ☐ Le chiffrement symétrique
- ☐ Le chiffrement asymétrique
- ☐ Le chiffrement elliptique
- ☐ Aucune de ces réponses

Exercice

Pourquoi est-il déconseillé d'utiliser FTP aujourd'hui ?

- ☐ La façon utilisée pour transférer les fichiers peut saturer la bande passante
- ☐ Les mots de passe sont transmis en clair sur le réseau
- ☐ TCP ne supporte pas FTP
- ☐ Aucune de ces réponses

Exercice : Quiz - Méthode

Exercice

Comment installer le serveur Web Apache2 sur un serveur GNU/Linux de famille Debian ?

- ☐ `apt webServer`
- ☐ `apt install apache2`
- ☐ `find / apache2`
- ☐ `apt apache2`

Exercice

Comment peut-on s'authentifier en SSH ?

- ☐ Via le mot de passe de l'utilisateur du serveur distant
- ☐ Via un mot de passe global choisi par le serveur
- ☐ Grâce à une paire de clés publique/privée dont la publique se trouve sur le serveur distant
- ☐ En appelant l'administrateur système du serveur distant pour lui demander un accès unique

Exercice

Sur les navigateurs Mozilla Firefox et Google Chrome, l'appui sur la touche F12 ouvre un ensemble d'outils destiné aux développeurs web.

Quel onglet permet d'inspecter les couples requêtes-réponses HTTP ?

- ☐ Inspecteur
- ☐ Performance
- ☐ Console
- ☐ Réseau

Exercice : Quiz - Code

Exercice

À quoi sert un serveur web ?

- ☐ À consulter sur un site web
- ☐ À servir des fichiers web
- ☐ À traiter des requêtes HTTP
- ☐ À interpréter du JavaScript

Exercice

À quoi sert un navigateur web ?

- ☐ À consulter sur un site web
- ☐ À envoyer des requêtes HTTP
- ☐ À exécuter du code JavaScript
- ☐ À mettre en forme les fichiers web reçus.

Exercice

À quoi sert une URL ?

- ☐ À transformer un nom de domaine en adresse IP
- ☐ À identifier une ressource sur un serveur web
- ☐ À passer des paramètres à un serveur web

Exercice

On se donne l'URL :

http://une.bellepage.org?hash=sha156

Quel est le nom du paramètre de cette URL ?

- ☐ une
- ☐ http
- ☐ sha256
- ☐ hash
- ☐ Aucune de ces réponses

B. Exercice : Défi

Une entreprise vous demande de la conseiller sur la mise en place d'un serveur capable de servir son site web.

Pour ce faire, il faut disposer d'un serveur : *louer un VPS avec système d'exploitation Linux (cf. p.31).*

Question 1

Expliquer à l'entreprise comment se connecter au serveur distant.

Indice :

On utilisera ici SSH.

Question 2

Expliquer à l'entreprise comment mettre en place un serveur web.

Indice :

On utilisera un serveur HTTP comme Apache.

Question 3

Vérifier que le serveur web est accessible sur le Web.

Indice :

Pour cela, on peut entrer l'adresse IP sur un navigateur web.

Question 4

Maintenant, l'entreprise a besoin de mettre en ligne sa première page web `maPage.html`.

Téléverser ce fichier sur le VPS.

[cf. `maPage`]

Indice :

Utiliser SFTP ou la commande `scp`.

```
1 scp chemin/local/fichier user@<adresse-IP>:chemin/de/réception/
```

Question 5

Tester la page depuis un navigateur web.

Indice :

Utiliser le nom du fichier dans le chemin d'accès de l'URL.

Contenus annexes

1. Terminal

Objectif

- Savoir ouvrir un terminal et exécuter une commande.

Mise en situation

On a l'habitude d'interagir avec les ordinateurs en mode graphique, c'est-à-dire en utilisant essentiellement la souris pour cliquer sur des éléments d'interface pour effectuer des actions. Mais il existe une autre manière d'interagir avec un ordinateur, très utilisée en informatique : le mode texte ou **interface en ligne de commande** (CLI en anglais).

Ce mode d'interaction est très utile pour pouvoir **utiliser un ordinateur à distance**, ce qui est généralement le cas lorsque l'on souhaite administrer un serveur web.

À travers ce module vous allez découvrir le **shell** qui permet de dialoguer avec le système d'exploitation d'une machine. Il existe beaucoup de shells, le plus connu vient du monde Linux et se nomme `bash`. Vous allez découvrir les commandes de base pour parcourir des répertoires ou éditer des fichiers.

Définition Terminal ou CLI

Un **terminal**, ou **interface en ligne de commande** (CLI en anglais), est une interface homme-machine dans laquelle l'utilisateur interagit avec la machine en mode **texte**. L'utilisateur écrit des **lignes de commande**, la machine les exécute et affiche le résultat des commandes.

Le terme terminal est très général : un terminal peut servir à dialoguer avec un programme informatique, à donner des ordres à un ordinateur, ou à exécuter d'autres programmes.

Définition **Shell**

Un **shell** est une interface en ligne de commande permettant de dialoguer avec le système d'exploitation de la machine. On dit qu'il **interprète** les commandes.

Exemple **Langages CLI**

Il existe au moins autant de shells que de systèmes d'exploitation. Chaque shell propose des commandes spécifiques. Le choix d'un shell se fait surtout par rapport à des critères pratiques (de quoi ai-je besoin ?) et des critères subjectifs (quel shell me semble le plus ergonomique ?).

- Sur Linux, le shell le plus connu et installé par défaut sur la plupart des systèmes s'appelle `bash` (pour "Bourne Again Shell").
- Sur Windows, il existe trois shells :
 - `cmd`, le shell historique,
 - `powershell`, une version plus moderne,
 - et il est possible d'utiliser `bash` avec le sous-système Linux.
- Sur macOS, le shell installé par défaut s'appelle `zsh`. Il partage de grandes similarités avec `bash`.

Remarque **Shells et Windows**

Le shell historique `cmd` de Windows n'est presque plus utilisé. `powershell` utilise une syntaxe assez différente de la plupart des autres shells. Il est possible d'installer `bash` sous Windows depuis peu, mais il n'est pas inclus par défaut dans les installations.

Conseil Bash et Windows

La plupart des shells adhèrent à des standards communs, mais ce n'est pas le cas des shells disponibles sur Windows. Pour suivre les exemples et exercices qui suivent, il est recommandé **d'activer le sous-système Linux pour Windows 10** et d'utiliser `bash`, en suivant la partie "Installer le sous-système Windows pour Linux" de cette documentation : docs.microsoft.com/fr-fr/windows/wsl/install-win10¹

Exemple Commandes et Bash

```

Terminal - stc@hal9017: /tmp/test
Fichier  Édition  Affichage  Terminal  Onglets  Aide
stc@hal9017:~$ cd /tmp/test/
stc@hal9017:/tmp/test$ pwd
/tmp/test
stc@hal9017:/tmp/test$ ls -al
total 60
drwxrwxr-x  2 stc  stc   4096 mai   2 14:09 .
drwxrwxrwt 21 root root 49152 mai   2 14:10 ..
-rw-rw-r--  1 stc  stc    97 mai   2 14:09 memo
stc@hal9017:/tmp/test$ cat memo
### Documentation
man

### Système de fichier
pwd
cd
ls
mkdir
rm
cat

### Éditeurs
nano
stc@hal9017:/tmp/test$

```

Cette image montre quelques commandes de base, exécutées par un shell `bash` sur un système Linux.

- `cd /tmp/test` se rend dans le dossier `test` qui se trouve dans le dossier racine `/tmp`.
- `pwd` affiche le dossier où on est situé dans le système de fichier.
- `ls -al` affiche la liste des fichiers dans le dossier courant.
- `cat memo` affiche le contenu du fichier `memo`.

Remarque Terminal et environnement graphique

- Un ordinateur personnel moderne PC dispose d'une interface graphique et d'une interface terminal : les deux permettent d'effectuer à peu près les mêmes opérations : visualiser des fichiers, les supprimer, ouvrir des applications, etc.
- Un serveur n'offre en général qu'une possibilité d'accès à distance via un terminal. C'est une des raisons pour lesquelles savoir utiliser le terminal est utile.

¹ <https://docs.microsoft.com/fr-fr/windows/wsl/install-win10>

Méthode Ouvrir un terminal sous Linux

En général (et en particulier sur les systèmes Ubuntu), le raccourci `Ctrl+Alt+T` ouvre un terminal. Une alternative consiste à chercher `Terminal` dans la liste des applications.

Méthode Ouvrir un terminal sous Windows 10

Ouvrir la fenêtre `Exécuter` à l'aide du raccourci `Super+R` (la touche `Super` est en général représentée par un logo Windows sur le clavier). Entrer :

- `cmd` ou `powershell` dans la fenêtre qui s'est ouverte pour démarrer un terminal Windows
- `bash` pour ouvrir un shell Bash s'il a été installé

Méthode Ouvrir un terminal sous macOS

Depuis le Launchpad, chercher `Terminal` et cliquer sur l'icône qui s'affiche.

Syntaxe Quelques commandes de base

Ces commandes sont des commandes Bash qui fonctionnent également sous macOS et avec la plupart des autres shells Linux.

- `ls -al` : lister les fichiers dans le répertoire courant
- `pwd` : afficher le répertoire courant
- `cat fichier` : afficher le contenu d'un fichier
- `cd dossier` : se rendre dans un dossier fils du dossier courant
- `cd ..` : se rendre dans le dossier parent
- `echo message` : afficher un message
- `man commande` : afficher la documentation détaillée d'une commande

Méthode Copier/coller dans un terminal

Les actions « copier » et « coller » sont accessibles en effectuant un clic droit sur la fenêtre d'un terminal. Il est plus rapide d'utiliser des raccourcis clavier pour copier et coller, respectivement :

- Sur Bash et la plupart des shells Linux : `Ctrl+Shift+C` et `Ctrl+Shift+V`
- Sur macOS : `Command+C` et `Command+V`
- Sur Windows (powershell) : `Ctrl+C` et `Ctrl+V`

À retenir

- Un shell, ou par abus de langage un terminal, permet de dialoguer avec le système d'exploitation d'une machine.
- Il existe beaucoup de shells. Le plus connu vient du monde Linux et se nomme `bash`.
- Un shell permet de se passer du mode graphique, ce qui est souvent indispensable pour travailler sur une machine à distance.

2. VPS Linux

Objectifs

- Savoir créer un VPS chez Gandi ;
- Savoir se connecter à distance sur son VPS avec SSH.

Attention

L'exemple de Gandi est pris afin de vous montrer la démarche complète d'installation d'un VPS, vous pouvez tout à fait utiliser des alternatives. L'installation d'un VPS n'est pas obligatoire.

Mise en situation

L'outil le plus naturel pour travailler en informatique est son propre ordinateur. Mais comment mettre à disposition son travail sur Internet ? On ne peut pas laisser son ordinateur allumé en permanence. Il est donc nécessaire d'avoir accès à un **serveur** relié à Internet.

Il est possible aujourd'hui d'installer un petit serveur chez soi, par exemple avec un Raspberry Pi. Mais nous allons découvrir dans cette partie une autre solution. Nous allons voir comment louer un VPS, c'est à dire un serveur personnel, chez un **hébergeur** professionnel. Nous étudierons le cas de Gandi, mais la procédure est similaire si vous préférez un autre hébergeur, comme OVH ou Scaleway.

Pour accéder à votre serveur, vous allez apprendre à utiliser **SSH**.

Rappel

Savoir ouvrir un terminal et exécuter une commande (cf. p.28)

Définition Serveur

Un **serveur** est un ordinateur accessible depuis Internet, qui rend des **services** aux utilisateurs. Il s'oppose aux **ordinateurs personnels** que l'on ne peut pas contacter depuis Internet.

Exemple Utilisation quotidienne des serveurs

- Lorsque je me rends sur le site wikipedia.org¹, je demande en réalité aux **serveurs** de Wikipédia de m'envoyer le contenu de la page que je veux afficher.
- Un ami ne peut pas accéder aux fichiers de mon ordinateur personnel : pour les partager, je dois les téléverser sur un **serveur** (envoyer un mail, utiliser un service partage de fichiers, etc.).

Définition VPS

Un VPS (serveur dédié virtuel, ou *Virtual Private Server*) peut s'envisager comme un serveur réservé à son usage personnel. En réalité, il s'agit d'une partie d'un serveur physique isolée du reste du système : un serveur **virtuel**.

¹Wikipédia

Exemple À quoi sert un VPS ?

Un VPS peut servir :

- à mettre en ligne un site web : serveur Apache, Nginx.
- à travailler à plusieurs sur une même machine : partage de fichier avec SFTP, serveur NextCloud, serveur GitLab.
- à tester et installer d'autres applications web : Etherpad, Mattermost.
- à tester et installer des applications d'Internet : mail.

Méthode Créer un VPS chez Gandi.net

Gandi est une société française qui fournit notamment des VPS. Pour créer un VPS chez Gandi :

1. Se rendre sur gandi.net/fr/cloud¹ et choisir le pack `Small`
2. Choisir une localisation pour le VPS (exemple : Paris), le système d'exploitation souhaité, sa version et continuer (exemple : Debian 10)
3. Choisir un nom pour identifier le VPS, créer un mot de passe **robuste** pour le compte administrateur et continuer
4. Remplir les informations personnelles requises et continuer
5. Procéder au paiement pour finaliser la commande

Peu après la confirmation de la commande, un mail récapitulera les informations de la commande. Le VPS est contactable par son **adresse IP**, qui est unique sur Internet et est l'équivalent d'une adresse postale.

Remarque

Le pack Small est nécessaire car il permet de disposer d'une adresse IPv4, pré-requis pour déployer des applications Web.

Exemple Créer un VPS chez Gandi.net

Création d'un VPS avec Gandi

¹ Gandi Cloud

Méthode Accéder à un VPS avec SSH

Pour travailler sur un VPS, il faut un moyen de s'y connecter et d'y ouvrir un shell. SSH (*Secure SHell*) est un outil standard qui remplit cette fonction : une fois la connexion établie, on travaille sur un VPS comme on travaille sur un shell local.

Dans un shell local, copier la commande reçue par mail pour ouvrir un shell distant sur le VPS.

```
1 ssh <super-utilisateur>@<adresse-IP>
```

Exemple Accéder à un VPS avec SSH

```
~ ➤ echo "Cette commande s'exécute sur mon ordinateur"
Cette commande s'exécute sur mon ordinateur
~ ➤ ssh admin@
The authenticity of host '          ' can't be established.
ECDSA key fingerprint is
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added '          ' (ECDSA) to the list of known hosts.
admin@          password:
Linux          4.19.0-5-amd64 #1 SMP Debian 4.19.37-5 (2019-06-19) x86_64

[-----]
Gandi - Welcome to your new OS image.

Documentation :
[EN] http://wiki.gandi.net/en/iaas
[FR] http://wiki.gandi.net/fr/iaas

Configuration file for Gandi :
/etc/default/gandi or
/etc/sysconfig/gandi
[-----]

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
admin@test:~$ echo "Cette commande s'exécute sur mon VPS"
Cette commande s'exécute sur mon VPS
admin@test:~$ exit
logout
Connection to          closed.
~ ➤ echo "Cette commande s'exécute de nouveau sur mon ordinateur"
Cette commande s'exécute de nouveau sur mon ordinateur
```

Cette image montre une session SSH classique :

- La première commande s'exécute sur l'ordinateur local.
- Après la connexion SSH, les commandes s'exécutent automatiquement sur le VPS distant.
- La commande `exit` ferme la connexion SSH, les commandes s'exécutent de nouveau sur l'ordinateur local.

Complément **Autres fournisseurs de VPS français**

Il existe d'autres fournisseurs de VPS français, comme OVH et Scaleway. Ces fournisseurs ne sont ni meilleurs ni moins bien ; le choix est personnel, et peut se faire en fonction de critères éthiques, économiques, ergonomiques, techniques, etc.

Complément **SSH et Windows 10**

Windows n'intègre pas SSH par défaut. Il y a plusieurs possibilités pour l'installer :

- Suivre le tutoriel de Microsoft¹ pour activer l'utilisation de SSH dans `powershell`.
- Installer un logiciel tiers, comme PuTTY.
- Utiliser SSH dans un shell Bash, en installant le sous système Linux².

Complément **Pourquoi louer un VPS et pas un serveur physique ?**

Les VPS répondent à un problème classique : louer un serveur physique impose de choisir des composants adaptés à la puissance voulue. Si les besoins augmentent, il faut changer de machine, ce qui peut être très coûteux.

Les fournisseurs de serveurs ont trouvé une astuce : séparer un serveur physique en plusieurs serveurs **virtuels**, dont la puissance peut être adaptée en fonction des besoins. Pour les utilisateurs, le coût est moindre, et pour les fournisseurs, l'utilisation d'un serveur physique est optimisée.

À retenir

- Un VPS est l'équivalent d'un serveur que l'on peut louer pour son usage personnel. Il est accessible depuis Internet.
- SSH permet de se connecter à distance sur son VPS, et d'y exécuter des commandes.
- Il existe plusieurs fournisseurs de VPS français, comme Gandi, OVH ou Scaleway.

Solutions des exercices

¹ Installation d'OpenSSH sous Windows 10

² <https://docs.microsoft.com/fr-fr/windows/wsl/install-win10>

Exercice p. 5 Solution n°1

Exercice

Parmi ces propositions, lesquelles sont des protocoles de la couche applicative ?

- ☒ FreeNet
- ☒ DNS
- ☐ IRCP
- ☒ Tor
- ☐ TCP
- ☒ WebDAV
- ☐ IP
- ☐ Ethernet
- ☒ SSMS

Exercice p. Solution n°2**Exemple**L'hébergeur a fourni une adresse IPv6 et a créé un utilisateur `exemple`.

```
1 ssh exemple@2001:4b99:1:1:216:3eff:fe90:63f
```

```
└─ ssh exemple@2001:4b99:1:1:216:3eff:fe90:63f
exemple@2001:4b99:1:1:216:3eff:fe90:63f's password:
Welcome to Ubuntu 18.04 LTS (GNU/Linux 4.15.0-22-generic x86_64)

[-----]
Gandi - Welcome to your new OS image.

Documentation :
[EN] http://wiki.gandi.net/en/iaas
[FR] http://wiki.gandi.net/fr/iaas

Configuration file for Gandi :
/etc/default/gandi or
/etc/sysconfig/gandi
[-----]

Last login: Mon Apr 27 14:48:51 2020 from 2a01:e35:2427:ced0:2c33:f293:fd5:b1a1
exemple@ssh-exemple:~$ mkdir test
exemple@ssh-exemple:~$ ls
test
exemple@ssh-exemple:~$ _
```

Exercice p. Solution n°3

Le client `ssh` stocke les clés publiques de tous les serveurs auxquels il s'est déjà connecté dans le fichier `known_hosts`.

Ainsi, à la première connexion, `ssh` s'assure que vous savez qu'il s'agit d'un nouveau serveur.

Si ce message apparaît et que ce n'est pas la première connexion, alors le serveur a changé de clé publique ou s'est fait usurper son identité.

Exercice p. Solution n°4

La commande renvoie des informations sur le serveur, la méthode de chiffrement utilisée ainsi que la clé publique.

Exercice p. Solution n°5

On utilise :

```
1 wget www.wikipedia.org
```

Un message similaire apparaît :

```
1 URL transformed to HTTPS due to an HSTS policy
2 --2020-05-01 16:00:04-- https://www.wikipedia.org/
3 Resolving www.wikipedia.org (www.wikipedia.org)... 2620:0:862:ed1a::1,
4 Connecting to www.wikipedia.org (www.wikipedia.org)|2620:0:862:ed1a::1|:443... connected.
5 HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
6 Length: 69053 (67K) [text/html]
7 Saving to: 'index.html'
8
9      0K ..... 74% 589K 0s
10     50K ..... 100% 173M=0.09s
11
12 2020-05-01 16:00:04 (793 KB/s) - 'index.html' saved [69053/69053]
```

Cela indique que le contenu a été sauvegardé dans le fichier `index.html`.

Exercice p. Solution n°6

Le code renvoyé est 200 (si le téléchargement s'est effectué correctement).

Exercice p. Solution n°7

```
1 $ cat index.html
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="mul" class="no-js">
3 <head>
4 <meta charset="utf-8">
5 <title>Wikipedia</title>
6 <meta name="description" content="Wikipedia is a free online encyclopedia, creat
7 ed and edited by volunteers around the world and hosted by the Wikimedia Foundat
8 ion.">
9 ...
```

Complément **Comment afficher la page ?**

Le contenu du fichier n'est pas très lisible pour un humain : c'est parce qu'il utilise un langage (HTML) pour représenter la page, compréhensible par les navigateurs web.

Il est possible de retrouver la mise en forme de la page en l'ouvrant dans un navigateur web, par exemple :

```
1 firefox index.html
```

Exercice p. Solution n°8

```
1 apt update && apt install sendmail
```

Exercice p. Solution n°9**Exemple**

```
1 sendmail destinataire@mail.com < mail.txt
```

Le caractère < permet d'injecter le contenu du fichier `mail.txt` dans la commande `sendmail`.

Attention **Commande non trouvée**

Il est possible que la commande `sendmail` ne soit pas trouvée par défaut. Dans ce cas, essayer :

```
1 /usr/sbin/sendmail destinataire@mail.com < mail.txt
```

Attention

Il est probable que votre e-mail atterrisse dans les spams de votre boîte destinataire car il sera considéré comme un SPAM.

En effet, si vous regardez l'expéditeur vous verrez que c'est le nom de votre VPS qui apparaît ce qui est généralement considéré comme un indicateur de SPAM par les logiciels anti-SPAM.

Exercice p. Solution n°10

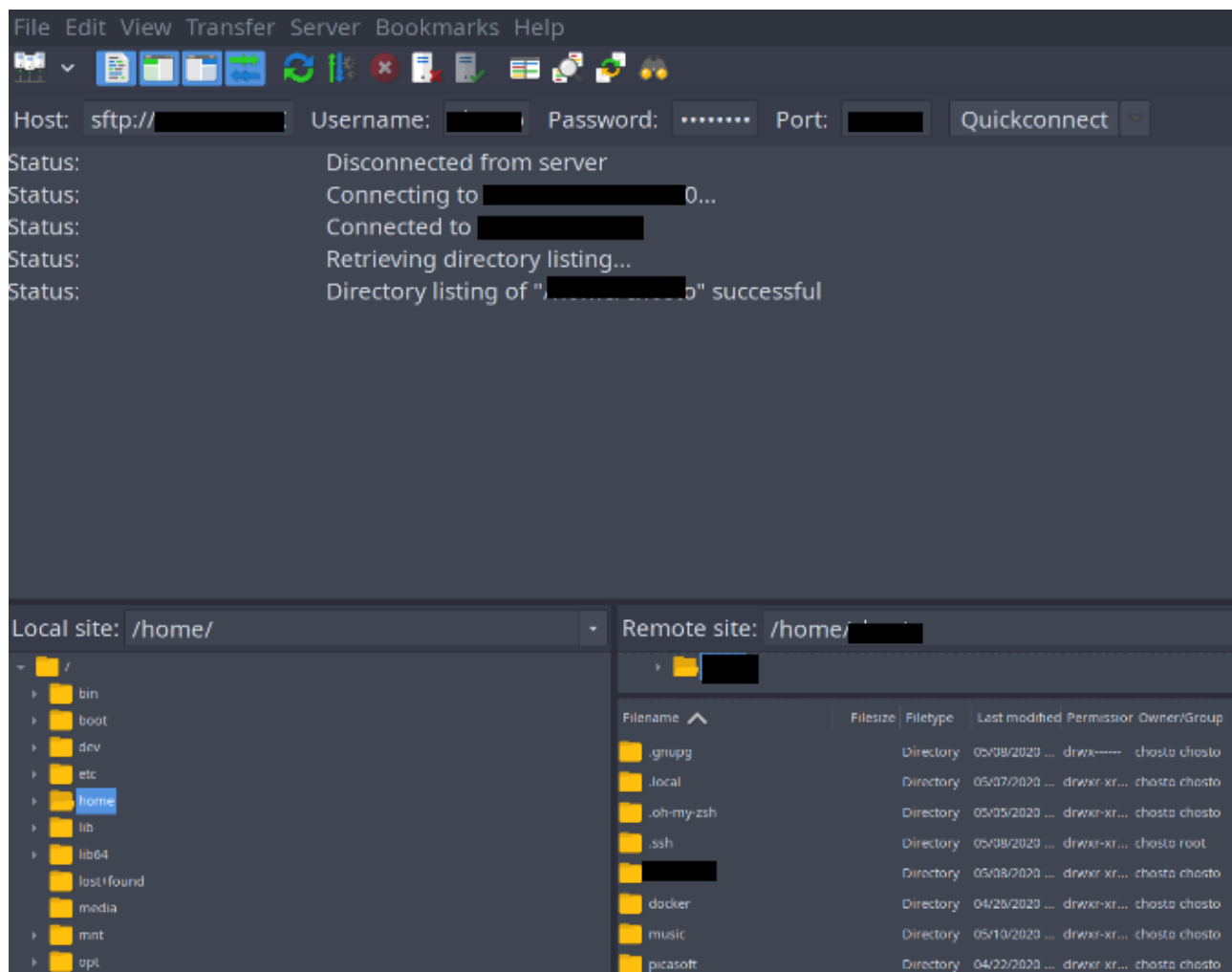
Sur Linux (Debian et Ubuntu), on pourra installer FileZilla avec la commande suivante :

```
1 sudo apt install filezilla
```

Sinon, on pourra télécharger FileZilla depuis cette page : https://filezilla-project.org/download.php?show_all=1

Exercice p. Solution n°11

On voit ici un exemple de session SFTP établie. Sur le panneau de droite sont affichés les fichiers locaux, et sur le panneau de gauche les fichiers distants.



Exemple de connexion à un serveur SFTP

Remarque **Transfert de fichier**

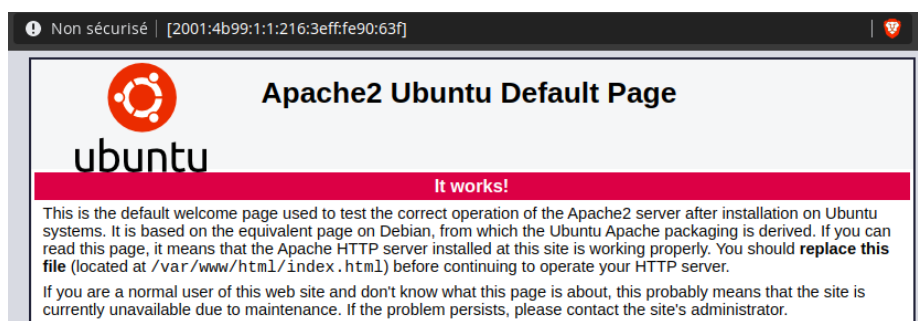
On peut utiliser le glisser-déposer pour transférer les fichiers d'un appareil à l'autre.

Exercice p. Solution n°12

```
1 apt update && apt install apache2
```

Exercice p. Solution n°13

Une page s'affiche :



Cette page est servie automatiquement par Apache lors d'une nouvelle installation.

Exercice p. Solution n°14

```
1 ls /var/www/html
```

La commande retourne `index.html`, ce qui indique que le fichier servi par Apache est situé à l'emplacement `/var/www/html/index.html`.

Exercice p. Solution n°15

Exemple

```
1 cd dossier_du_telechargement
2 scp hello.html user@IP:/tmp
```

Exercice p. Solution n°16

```
1 cp /tmp/hello.html /var/www/html
```

Exercice p. Solution n°17

L'URL à consulter est :

```
1 http://adresse-serveur/hello.html?name=Bob
```

Exercice p. Solution n°18

La taille est de 135 Ko environ.

Exercice p. Solution n°19

Le code 404 est renvoyé car la ressource est introuvable.

Exercice p. 25 Solution n°20

Exercice

Quels protocoles sont utilisés pour consulter ses mails sur un serveur distant ?

- ☐ HTTP
- ☒ IMAP
- ☒ POP
- ☐ SSH
- ☐ SMTP

Exercice

Quel protocole peut-on utiliser pour ouvrir un shell sur un serveur hébergeant un site web ?

- ☐ URL
- ☒ SSH
- ☐ HTTP
- ☐ Aucune de ces réponses



SSH permet de se connecter de manière sécurisée sur un serveur, et a fortiori sur un serveur hébergeant un site web.

Exercice

Quel protocole peut être utilisé pour envoyer des fichiers web sur son serveur web ?

- ☒ HTTP
- ☐ POP
- ☒ FTP
- ☐ Aucune de ces réponses



Si on utilise généralement FTP pour transférer des fichiers sur le serveur hébergeant son site web, HTTP contient une méthode `PUT` qui remplit la même fonction.

En pratique, elle est peu utilisée par les humains.

Exercice

Quels types de chiffrement utilise SSH ?

- ☒ Le chiffrement symétrique
- ☒ Le chiffrement asymétrique
- ☐ Le chiffrement elliptique
- ☐ Aucune de ces réponses




SSH utilise d'abord le chiffrement asymétrique pour négocier un secret commun entre les deux participants de la session. Ce secret sera ensuite utilisé pour chiffrer le contenu des communications de manière symétrique.

Exercice

Pourquoi est-il déconseillé d'utiliser FTP aujourd'hui ?

- ☐ La façon utilisée pour transférer les fichiers peut saturer la bande passante
- ☒ Les mots de passe sont transmis en clair sur le réseau

- ☐ TCP ne supporte pas FTP
- ☐ Aucune de ces réponses
-  N'importe quel indiscret écoutant les communications peut lire le mot de passe utilisé par FTP ainsi que le contenu des fichiers téléchargés.

Exercice p. 26 Solution n°21

Exercice


Comment installer le serveur Web Apache2 sur un serveur GNU/Linux de famille Debian ?

- ☐ `apt webServer`
- ☒ `apt install apache2`
- ☐ `find / apache2`
- ☐ `apt apache2`

Exercice

Comment peut-on s'authentifier en SSH ?

- ☒ Via le mot de passe de l'utilisateur du serveur distant
- ☐ Via un mot de passe global choisi par le serveur
- ☒ Grâce à une paire de clés publique/privée dont la publique se trouve sur le serveur distant
- ☐ En appelant l'administrateur système du serveur distant pour lui demander un accès unique

 Les deux grandes méthodes d'authentification sont par **mot de passe** et par **clé**. Dans le premier scénario, l'utilisateur doit être le seul à connaître le mot de passe, et dans le second, le seul à posséder la clé privée.


En général, l'authentification par clé est plus sûre car il est beaucoup plus difficile pour un attaquant de deviner une clé privée par essais successifs (attaque par force brute, ou *bruteforce*). En revanche, cette solution nécessite des opérations supplémentaires (création d'une paire de clé, téléchargement de la clé publique sur le serveur, activation de la clé...).

Exercice

Sur les navigateurs Mozilla Firefox et Google Chrome, l'appui sur la touche F12 ouvre un ensemble d'outils destiné aux développeurs web.

Quel onglet permet d'inspecter les couples requêtes-réponses HTTP ?

- ☐ Inspecteur
- ☐ Performance
- ☐ Console
- ☒ Réseau


 On peut essayer de consulter une page web en gardant cet onglet ouvert pour voir toutes les requêtes qui circulent et inspecter leurs paramètres.

Exercice p. 26 Solution n°22

Exercice

À quoi sert un serveur web ?


- ☐ À consulter sur un site web
- ☒ À servir des fichiers web
- ☒ À traiter des requêtes HTTP
- ☐ À interpréter du JavaScript

 Le serveur web sert les fichiers web en fonction des requêtes HTTP reçues.

Exercice

À quoi sert un navigateur web ?

- ☒ À consulter sur un site web
- ☒ À envoyer des requêtes HTTP
- ☒ À exécuter du code JavaScript
- ☒ À mettre en forme les fichiers web reçus.

 Le navigateur web envoie des requêtes HTTP lorsque l'utilisateur veut consulter un site web.
Il récupère les documents, souvent au format HTML, et les met en forme selon des règles d'affichage.
Enfin, il peut exécuter du code à l'intérieur du navigateur, grâce au langage de programmation JavaScript.

Exercice

À quoi sert une URL ?

- ☐ À transformer un nom de domaine en adresse IP
- ☒ À identifier une ressource sur un serveur web
- ☒ À passer des paramètres à un serveur web

Exercice

On se donne l'URL :

http://une.bellepage.org?hash=sha156

Quel est le nom du paramètre de cette URL ?

- ☐ une
- ☐ http
- ☐ sha256
- ☒ hash
- ☐ Aucune de ces réponses

Exercice p. Solution n°23

Il faut pour cela un client SSH en ligne de commande. Sur GNU/Linux ou MacOS, on peut utiliser `ssh`, sur Windows on peut utiliser PuTTY.

```
1 $ ssh entreprise@vps.hebergeur.com
```

```
└─ ssh exemple@2001:4b99:1:1:216:3eff:fe90:63f
exemple@2001:4b99:1:1:216:3eff:fe90:63f's password:
Welcome to Ubuntu 18.04 LTS (GNU/Linux 4.15.0-22-generic x86_64)

[-----]
Gandi - Welcome to your new OS image.

Documentation :
[EN] http://wiki.gandi.net/en/iaas
[FR] http://wiki.gandi.net/fr/iaas

Configuration file for Gandi :
/etc/default/gandi or
/etc/sysconfig/gandi
[-----]

Last login: Mon Apr 27 14:48:51 2020 from 2a01:e35:2427:ced0:2c33:f293:fd5:b1a1
exemple@ssh-exemple:~$ mkdir test
exemple@ssh-exemple:~$ ls
test
exemple@ssh-exemple:~$ _
```

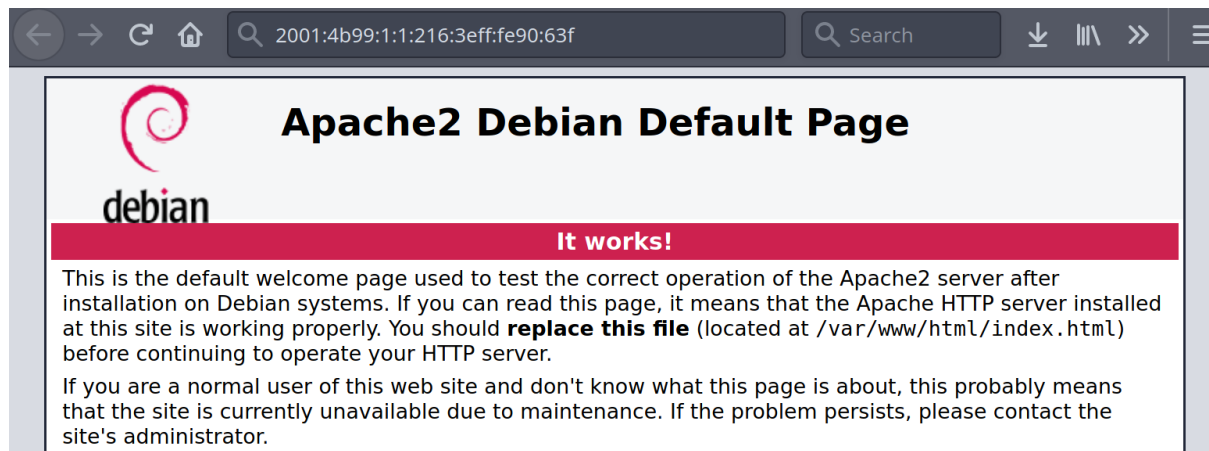
Exercice p. Solution n°24

```
1 apt update
2 apt install apache2
```

```
exemple@ssh-exemple:~$ sudo apt update
[sudo] password for exemple:
Ign:1 https://mirrors.gandi.net/gandi/ubuntu bionic InRelease
Get:2 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-security InRelease [88.7 kB]
Get:3 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-updates InRelease [88.7 kB]
Hit:4 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic InRelease
Get:5 https://mirrors.gandi.net/gandi/ubuntu bionic Release [4949 B]
Get:6 https://mirrors.gandi.net/gandi/ubuntu bionic Release.gpg [659 B]
Get:7 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-security/main amd64 Packages [692 kB]
Get:8 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-security/main Translation-en [221 kB]
Get:9 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-security/multiverse amd64 Packages [7176 B]
Get:10 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-security/multiverse Translation-en [2764 B]
Get:11 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-security/universe amd64 Packages [657 kB]
Get:12 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-security/universe Translation-en [218 kB]
Get:13 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-updates/main amd64 Packages [915 kB]
Get:14 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-updates/main Translation-en [315 kB]
Get:15 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-updates/multiverse amd64 Packages [10.8 kB]
Get:16 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-updates/multiverse Translation-en [4728 B]
Get:17 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-updates/universe amd64 Packages [1065 kB]
Get:18 https://mirrors.gandi.net/ubuntu bionic-updates/universe Translation-en [331 kB]
Get:19 https://mirrors.gandi.net/gandi/ubuntu bionic/main amd64 Packages [6029 B]
Fetched 4629 kB in 2s (2319 kB/s)
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
154 packages can be upgraded. Run 'apt list --upgradable' to see them.
exemple@ssh-exemple:~$ _
```

```
exemple@ssh-exemple:~$ sudo apt install apache2
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1 libaprutil1-dev
Suggested packages:
  www-browser apache2-doc apache2-suexec-pristine | apache2-suexec-cus
Recommended packages:
  ssl-cert
The following NEW packages will be installed:
  apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1
The following packages will be upgraded:
  libssl1.1
1 upgraded, 9 newly installed, 0 to remove and 153 not upgraded.
Need to get 3012 kB of archives.
After this operation, 7456 kB of additional disk space will be used.
```

Exercice p. Solution n°25



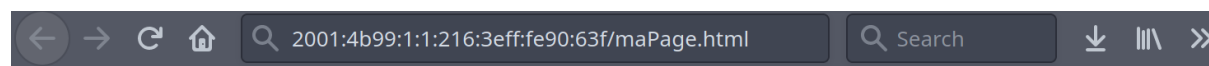
Exercice p. Solution n°26

Avec `scp`, on peut utiliser :

```
1 scp maPage.html exemple@2001:4b99:1:1:216:3eff:fe90:63f:/var/www/html/
```

Où 2001:4b99:1:1:216:3eff:fe90:63f est un exemple d'adresse IPv6.

Exercice p. Solution n°27



Bienvenue sur notre site d'entreprise

Elle est servie par apache2!