Web Infrastructure

RES, Lecture 5

Olivier Liechti

heig-vd

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD

www.heig-vd.ch

Systemic Qualities

The Notion of Systemic Quality

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- How do we specify the **requirements** of a system?
  - We always build systems to deliver some sort of "**service**" (web, messaging, access control, customer management, etc.).
  - We first have to specify "**what**" the system should do. In other words, we have to specify **functional requirements**.
    - We also have to specify "**how**" the system should behave, i.e. what qualities it should exhibit. These are the **non-functional requirements**.
- Non-functional requirements characterize **systemic qualities, or "-ilities"**:
  - There are lots of different systemic qualities. Depending on the system, some are more important than others.
  - Choices made when defining the system architecture have a large impact on the systemic qualities.
  - Your life as an architect will be to deal with **trade-offs** in addressing conflicting systemic qualities.

System
Vehicle

Functional requirements
Move people around

Non-functional requirements
Performance
Capacity
Reliability
Cost
Aestethics
Ease of use

Different systemic qualities often create **opposing forces**.

Defining the “right” architecture for a system means finding the right **balance** between these forces.

Some Systemic Qualities...

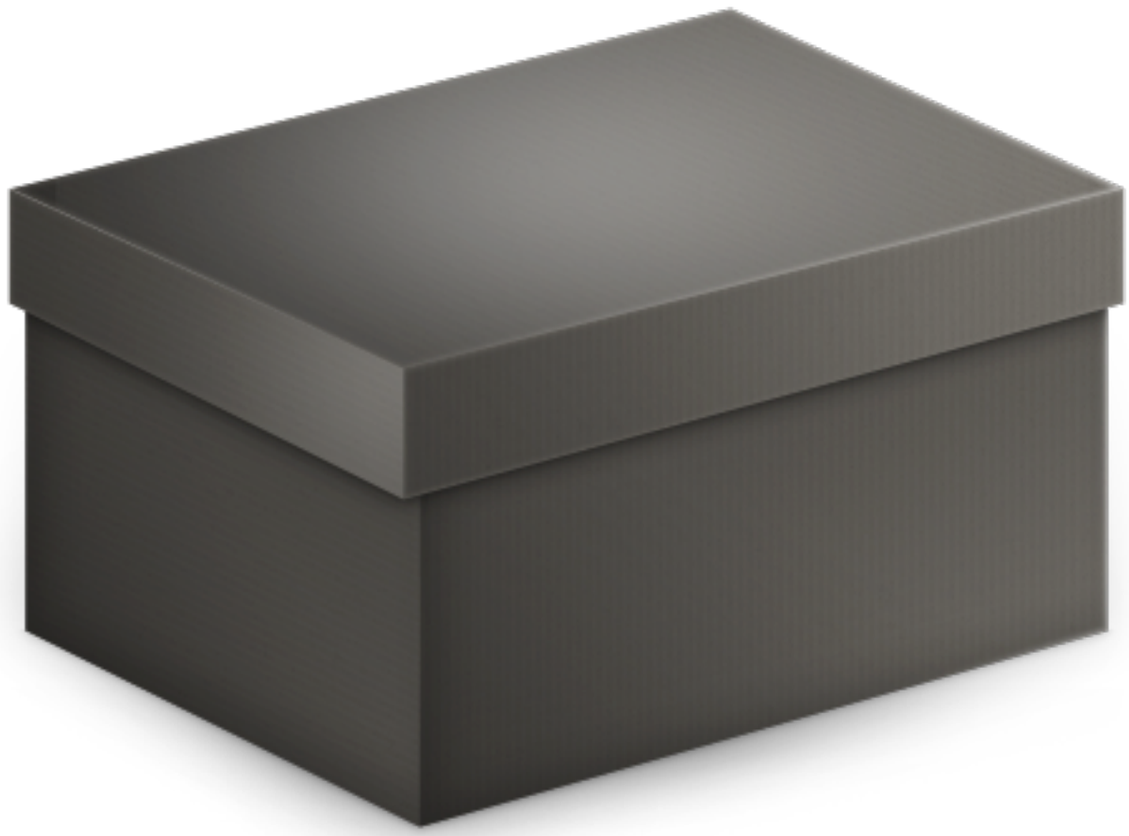
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- **Response time**
  - Measures the time required to present a result to the user
  - Important for the end-user
- **Throughput**
  - Measures the number of requests that can be processed in a given time frame
  - Important for the service provider
- **Scalability**
  - Measures how easy/costly it is to adapt the system in order to handle additional load
  - Ideally: linear scalability. "2 x more users => 2 x more servers"
- **Availability**
  - Measures the percentage of time during which the system can be used
  - 99% availability = average unavailability of 3.65 jours per year, i.e 1 hour and 41 minutes per week.
- **Security**
- **Manageability**
  - Measures the ease of operating the system: how easy is it to monitor it, to detect issues, to upgrade, etc.

http://en.wikipedia.org/wiki/Ilities

Manageability

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

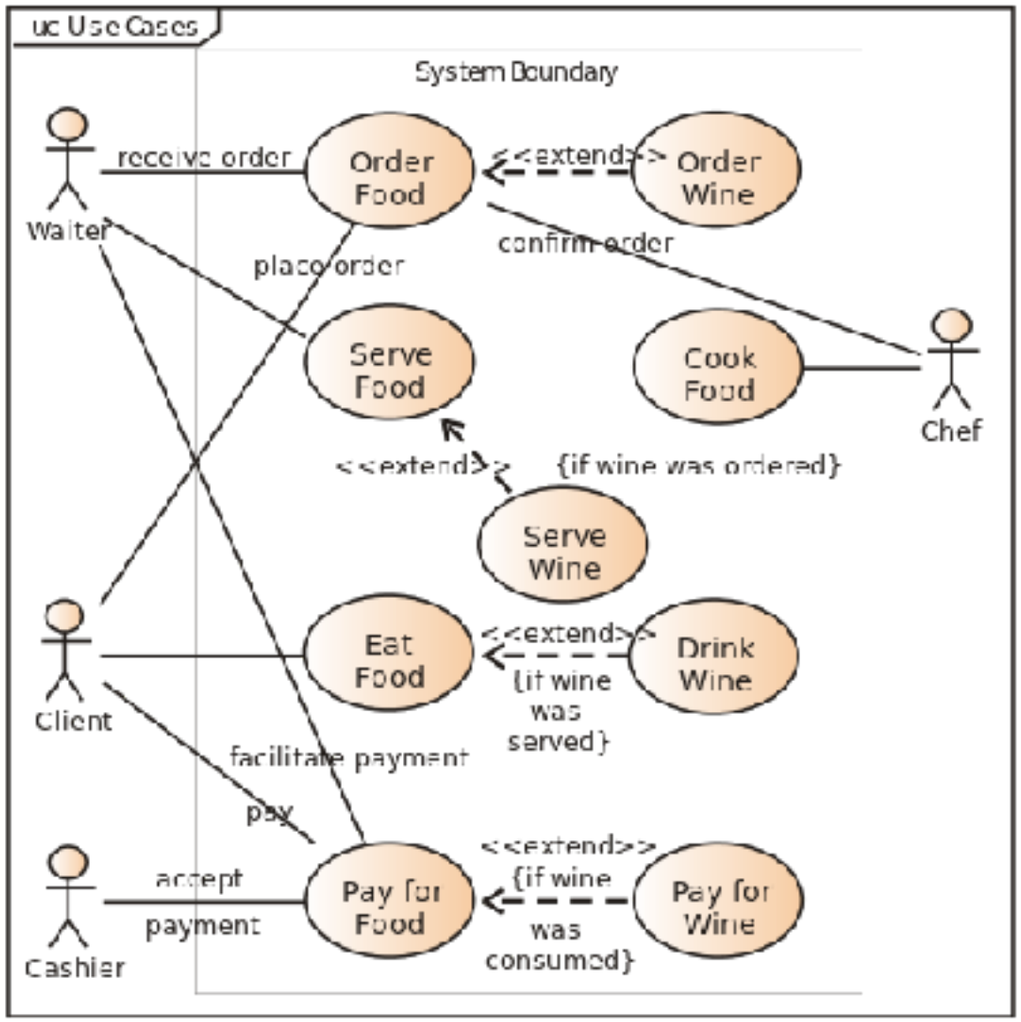


Manageability

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

Manageability

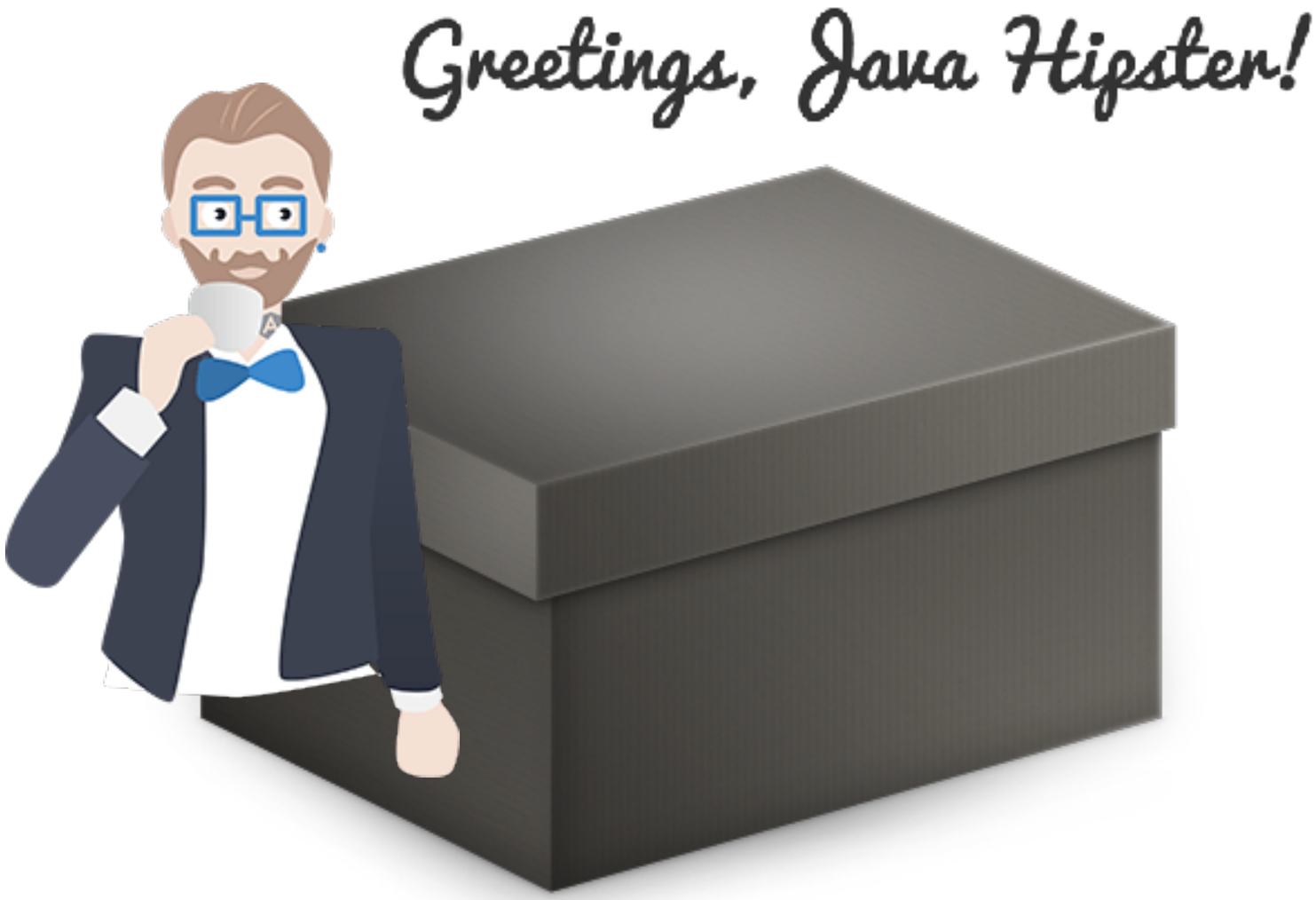
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch



Sysadmin

Manageability

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch



schoolpulse

Olivier

localhost:8080/#/

Development

schoolpulse 0.0.1-SNAPSHOT

Home | Entities | Account | Administration | Language

- User tracker
- Metrics
- Health
- Configuration
- Audits
- Logs
- API
- Database

Welcome, Java Hipster!

This is your homepage

You are logged in as user "admin".

If you have any question on JHipster:

- JHipster homepage
- JHipster on Stack Overflow
- JHipster bug tracker
- contact @java_hipster on Twitter

If you like JHipster, don't forget to give us a star on Github!

This is your footer

Manageability

heig-vd
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

Application Metrics

Refresh

JVM Metrics

Memory
Total Memory (259M / 3,818M)
7%
Heap Memory (141M / 3,818M)
4%
Non-Heap Memory (118M / 121M)
98%

Threads (Total: 48)
Runnable 8
17%
Timed waiting (21)
44%
Waiting (19)
40%
Blocked (0)
0%

Garbage collections

Mark Sweep count	5
Mark Sweep time	644ms
Scavenge count	33
Scavenge time	146ms

Health checks

Refresh

Service name	Status	Details
Database	UP	
Email	DOWN	
Disk space	UP	

HTTP requests (events per second)

Active requests: 1 - Total requests: **146**

Code	Count	Mean	Average (1 min)	Average (5 min)	Average (15 min)
Ok	145	0.15	0.03	0.07	0.08
Not found	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Server Error	0	0.00	0.00	0.00	0.00

heig-vd
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

Performance et scalabilité du service HTTP

Optimiser les performances du service HTTP

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- Deux approches complémentaires
  - Scaling Up (scalabilité verticale)
  - Scaling Out (scalabilité horizontale)

Scale Up:
"Dopez vos performances!"

- Scale Up
  - On vise à améliorer les **performances d'un composant**, en procédant à des optimisations et en ajoutant des ressources (CPU, mémoire, bande passante, etc.).

Scale Out:
"L'union fait la force!"

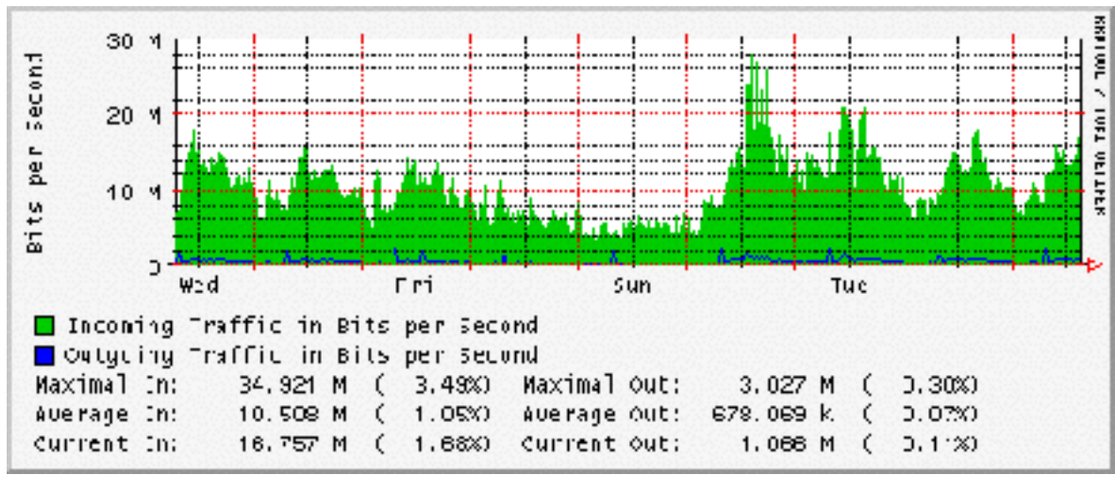
- Scale Out
  - On vise à améliorer les **performances du système global**, en répartissant la charge entre plusieurs composants

Optimiser les performances du service HTTP

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

> Références

- Sander Temme, expert performance
- Articles et présentations: http://people.apache.org/~sctemme

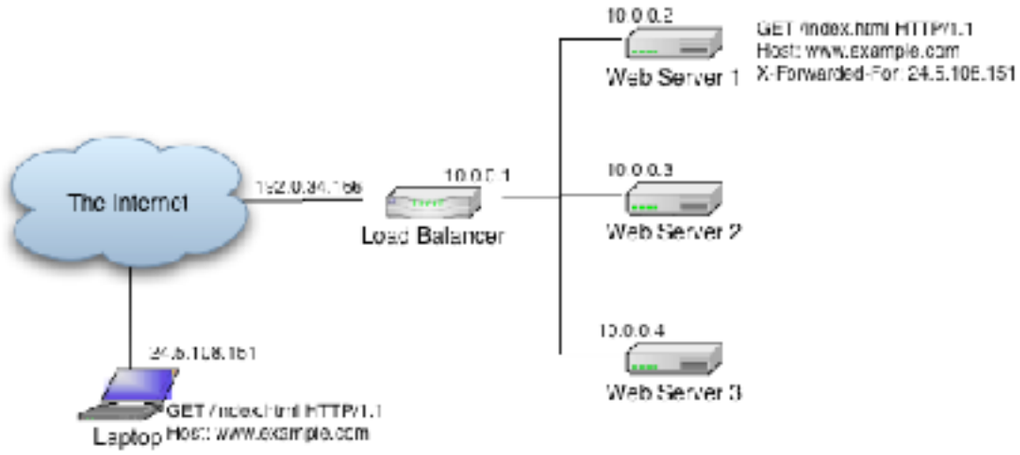


> Scale Up

- Avant d'optimiser, mesurer!
- Choisir le bon modèle de (multi-process vs. multi-thread), en fonction de la plate-forme (système d'exploitation)

> Scale Out

- Utiliser Apache en mode reverse proxy et exploiter les modules de caching.



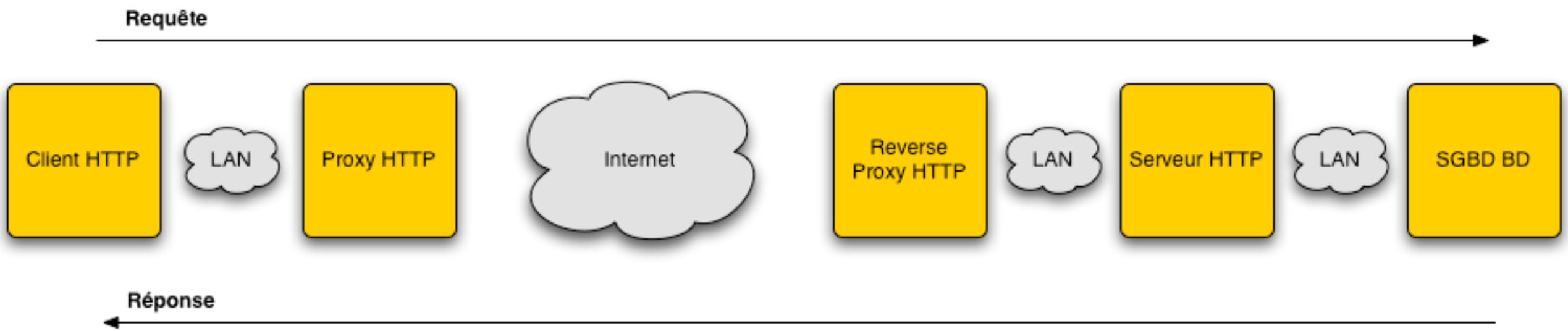
Caching

- **Qu'est-ce qu'un "cache"**
  - Une zone mémoire où on peut stocker des données, que l'on pourrait (ré-)utiliser dans le futur.
  - "Pourquoi recalculer quelque chose que j'ai déjà calculé il y a 5 minutes?"
  - "Si je dois aller acheter une bouteille d'eau, autant acheter directement une harasse pour avoir une réserve."
- **Quels sont les problèmes liés à l'utilisation d'un cache?**
  - "Fraîcheur" des données: est-ce que ce que je lis dans le cache est encore une copie fidèle de l'original?
  - Quelle politique définit la gestion du cache (ajouter, supprimer des données, etc.)
  - Synchronisation: que se passe-t-il quand j'utilise plusieurs caches (par exemple dans un cluster)?

Caching et HTTP

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

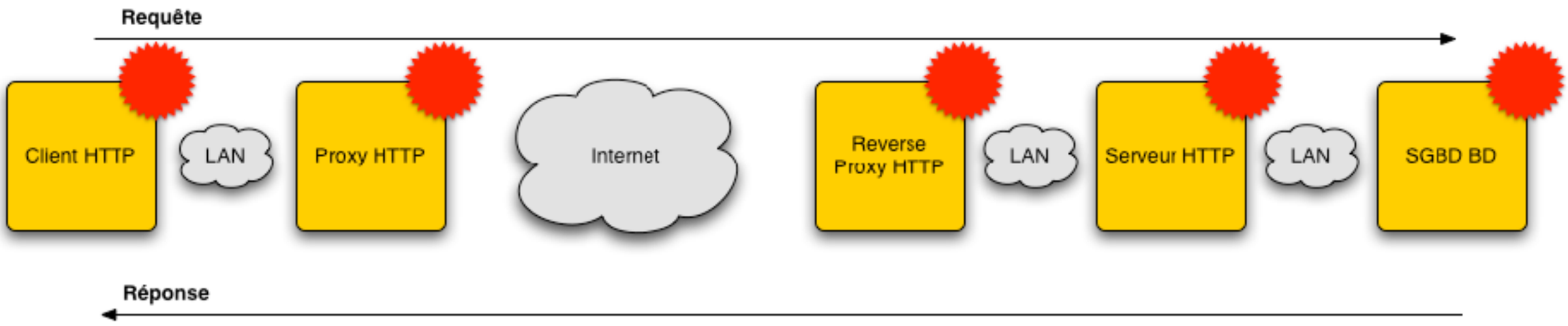
- **Exemple**:
  - On considère une application web, qui permet d'accéder à des ressources stockées dans une base de données.
- **Sans cache:**
  - Chaque requête fait "un long voyage" (du client à la base de données)
    - Plusieurs réseaux sont traversés.
      - Plusieurs composants doivent fournir un travail.
- **Question: où pourrait-on gérer un cache, pour pouvoir réutiliser toute ou partie des données liées à la requête?**



Réponse: à tous les niveaux!

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- **Dans le navigateur:**
  - On ne va pas télécharger le logo de CNN tous les jours!
- **Dans un proxy du côté client:**
  - On ne va pas télécharger l'article du jour pour chaque utilisateur!
- **Dans un proxy du côté serveur:**
  - On ne va pas recalculer la page d'accueil pour chaque visiteur!
  - Dans le serveur http (niveau de l'application web):
    - On ne va pas tout recalculer, on ne va pas chaque fois aller jusqu'à la DB.
  - Dans la base de données (on ne va pas aller jusqu'au disque)



Caching: que dit la spécification HTTP?

heig-vd
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- Une section entière est consacrée à ce sujet:
  - http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616-sec13.html#sec13
  - 26 pages!
- **Modèle d'expiration (13.2)**
- **Modèle de validation (13.3)**
- Pertinence de la mise en cache des réponses (13.4)
- Construction de réponses grâce aux caches (13.5)

Expiration et validation

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

Caching would be useless if it did not significantly improve performance.

The goal of caching in HTTP/1.1 is to eliminate the need to send requests in many cases, and to eliminate the need to send full responses in many other cases.

The former reduces the number of network round-trips required for many operations; we use an "**expiration**" mechanism for this purpose (see section 13.2). The latter reduces network bandwidth requirements; we use a "**validation**" mechanism for this purpose (see section 13.3).

Expiration et validation

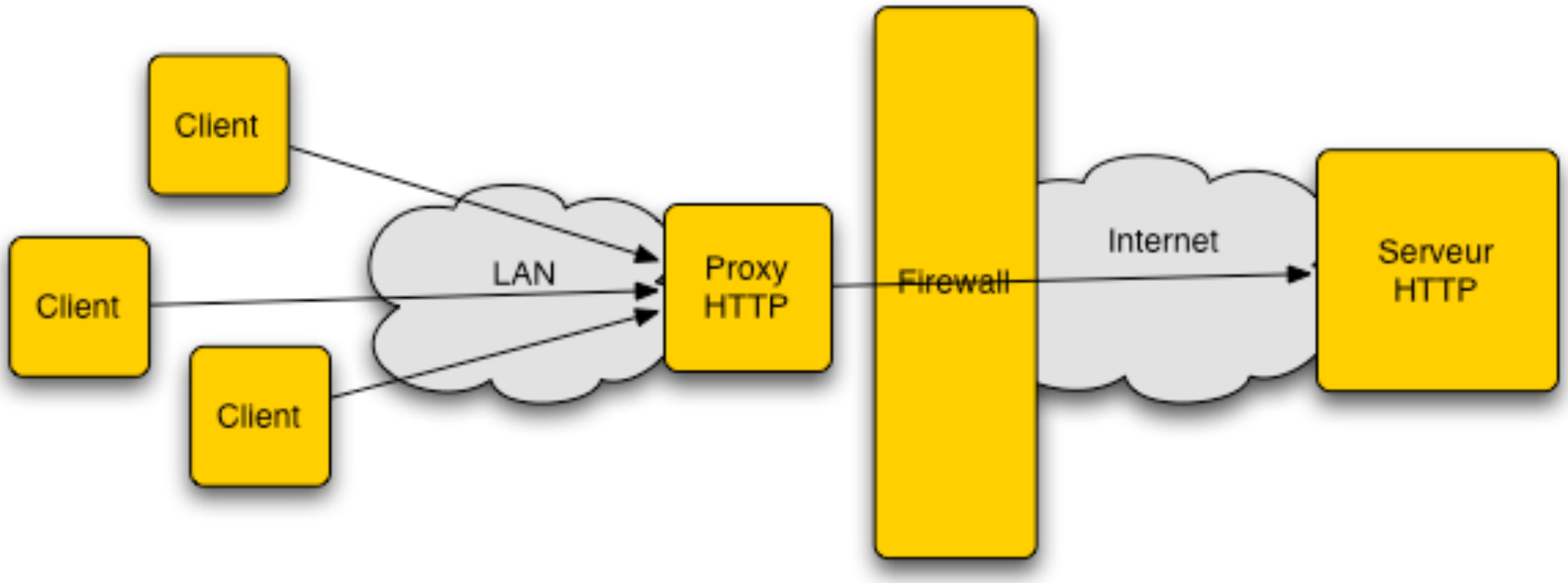
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

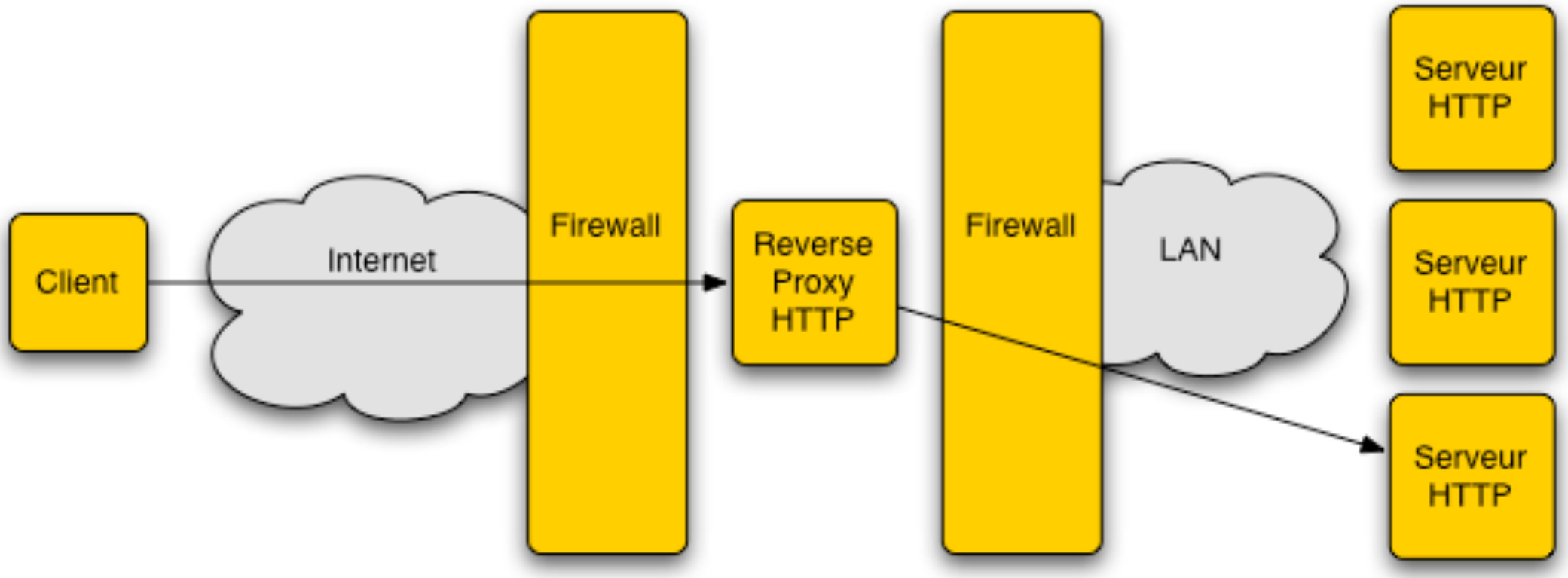
- **Expiration**
  - Quand on reçoit une réponse, on veut déterminer combien de temps elle va rester "valide".
  - Pendant ce temps, il sera possible de récupérer la représentation de la ressource dans le cache.
- **Validation**
  - Après expiration, on n'est pas sûr que le contenu du cache soit encore une représentation "fraîche" de la ressource.
  - On peut alors procéder en 2 temps:
    - On envoie une première requête au serveur pour demander si la ressource a changé.
    - Si oui, c'est seulement dans un deuxième temps qu'on récupère la nouvelle représentation de la ressource.

Réaliser un "caching proxy" avec Apache

heig-vd
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- Forward Proxy
  - "Près du client" (le proxy qu'on utilise pour sortir)
  - Utilisé pour des raisons de sécurité et de performance.
- Reverse Proxy
  - "Près du serveur"
  - Utilisé pour des raisons de sécurité, de performance, de disponibilité, de scalabilité


Client
Client
Client
LAN
Proxy
HTTP
Firewall
Internet
Serveur
HTTP


Client
Internet
Firewall
Reverse
Proxy
HTTP
Firewall
LAN
Serveur
HTTP
Serveur
HTTP
Serveur
HTTP

heig-vd
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

Disponibilité du service HTTP

Disponibilité du service HTTP

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- **Objectif**
  - Garantir que le service HTTP de mon entreprise va être utilisable "la plus grande partie du temps".
- **Causes pour lesquelles mon service pourrait être inutilisable**
  - Causes prévisibles: mises à jour et déploiement d'une nouvelle version (du système d'exploitation, du serveur HTTP, de l'application web, etc.)
  - Causes imprévisibles: pannes matérielles, pannes de réseau, bugs dans le serveur HTTP, surcharge, attaque (e.g. denial of service), catastrophe naturelle, etc.
- **Mesurer la disponibilité**
  - A = MTBF / (MTBF + MTTR)
  - MTBF: Mean Time Between Failure (temps moyen entre 2 pannes)
  - MTTR: Mean Time To Repair (temps moyen pour résoudre un problème)

Disponibilité du service HTTP

heig-vd
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

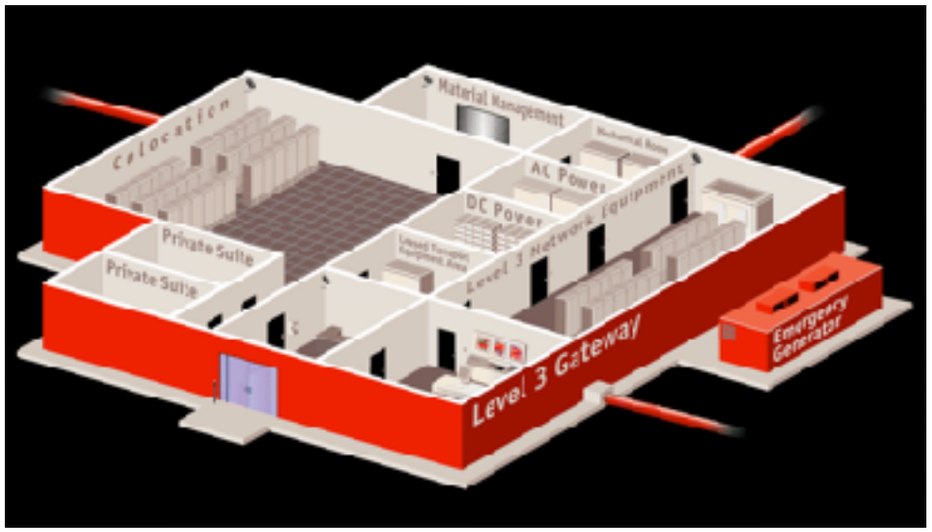
- **Taux de disponibilité: 98%**
  - indisponibilité de 7.3 jours par an, soit 3 heures 22 minutes par semaine
- **Taux de disponibilité: 99%**
  - indisponibilité de 3.65 jours par an, soit 1 heure 41 minutes par semaine
- **Taux de disponibilité: 99.9%**
  - indisponibilité de 8 heures 45 min par an, soit 10 min 5 sec par semaine
- **Taux de disponibilité: 99.99%**
  - indisponibilité de 52.5 minutes par an, soit 1 minute par semaine
- **Taux de disponibilité: 99.999%**
  - indisponibilité de 5.25 minutes par an, soit 6 secondes par semaine
- **Taux de disponibilité: 99.9999%**
  - indisponibilité de 31.5 secondes par an, soit 0.6 secondes par semaine
  - indisponibilité de 6 minutes en 11.4 années!

Comment augmenter la disponibilité?

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- **La disponibilité du système dépend de la qualité et de la fiabilité des composants du système:**
  - Les spécifications des composants matériels indiquent souvent une valeur de MTBF.
  - Il sera difficile d'assurer la disponibilité d'un service si le logiciel est "buggé".
- **La disponibilité dépend également de la charge supportée par le système:**
  - Un système qui se comporte bien à charge normale peut exhiber des problèmes quand un seuil est atteint (contentions).
- **Ajouter de la redondance à l'intérieur du système, à différents niveaux, permet d'augmenter la disponibilité:**
  - Si un composant tombe en panne, on peut "basculer" sur un composant équivalent de rechange.

Composants qui peuvent être redondants

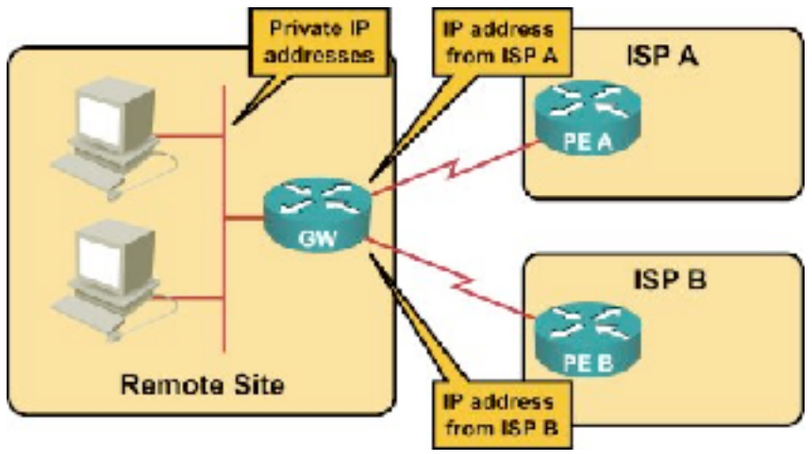


Centre de calcul

Switch

Disques

Serveurs



Accès Internet

Alimentations électriques

Service redondant avec le serveur Apache (httpd)

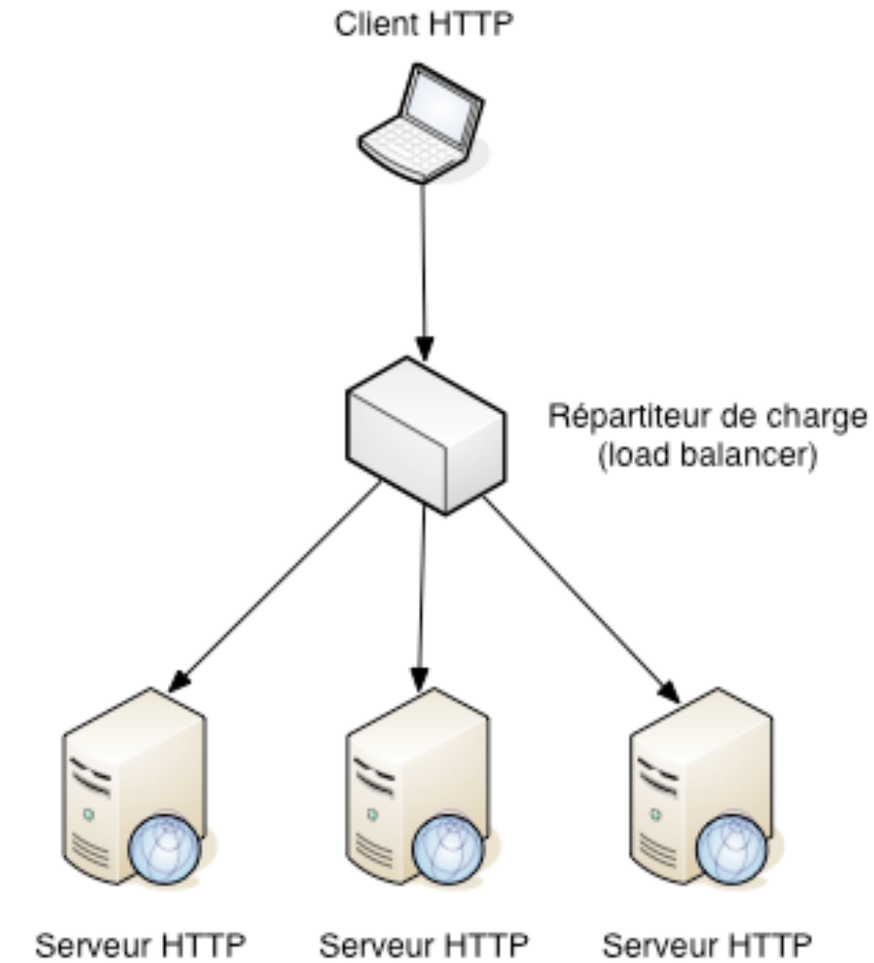
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

> Architecture

- au moins 2 serveurs physiques (ou deux machines virtuelles).
- au moins 2 serveurs httpd configurés de manière identique.
- 1 répartiteur de charge.

> Fonctionnement

- Les requêtes HTTP sont envoyées vers le répartiteur de charge (Virtual IP address).
- Le répartiteur de charge distribue les requêtes entre les différents serveurs.
- Une politique définit les modalités de cette distribution!



Comment réaliser le répartiteur de charge?

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

> **Solution matérielle**

- Des entreprises fournissent des équipements spécialisés pour la répartition de charge.
- Ils peuvent être configurés de manière flexible.
- Ils peuvent être eux-mêmes déployés de manière à être hautement disponibles.
- Exemple: **BIG-IP de F5**. Voir: http://www.f5.com/solutions/resources/deployment-guides/

> **Solution logicielle**

- La fonction de répartion de charge peut aussi être assurée par un logiciel installé sur un serveur "standard".
- **Exemple: Apache mod_proxy_balancer + mod_proxy**
  - ➔ http://httpd.apache.org/docs/2.2/mod/mod_proxy_balancer.html
  - ➔ http://httpd.apache.org/docs/2.2/mod/mod_proxy.html#proxypass

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

Affinité de session (sticky sessions) (1)

- **Situation:**
  - On a besoin de haute disponibilité pour une application.
  - On installe un **cluster** de serveurs apache.
  - Un load balancer distribue les requêtes entre les instances du cluster.
  - L'application gère une **session** (e.g. shopping cart).
- **Problème:**
  - Que se passe-t-il si les requêtes d'un utilisateur arrivent vers des instances différentes du cluster?
- **Solution:**
  - Le load balancer doit "**reconnaître**" des requêtes qui appartiennent à la même session.
  - Toutes ces requêtes sont systématiquement envoyées à la même instance.

olivier.liechti@heig-vd.ch

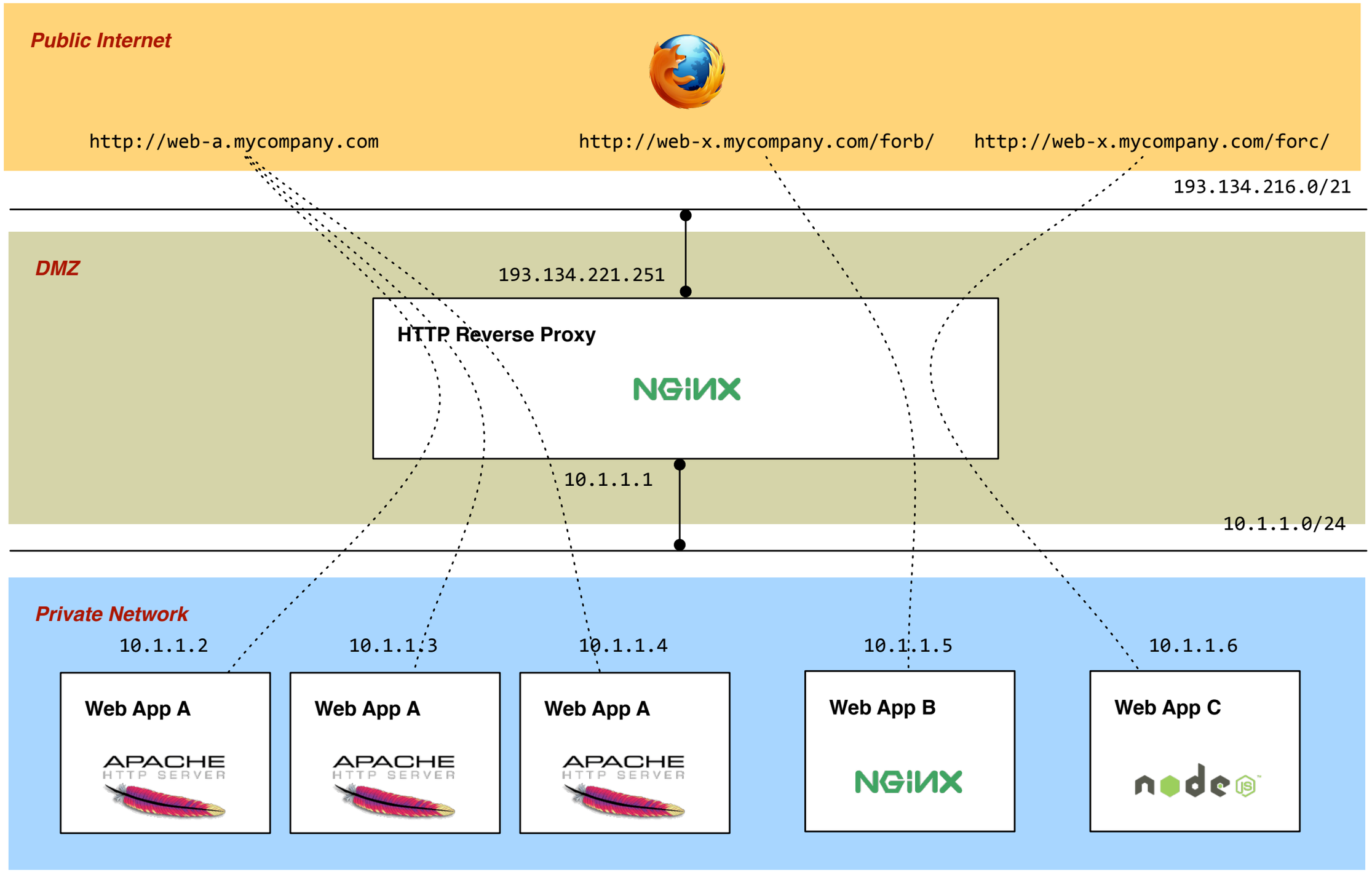
heig-vd
HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

Affinité de session (sticky sessions) (2)

- **Question:**
  - Comment le load balancer peut-il reconnaître les requêtes d'une même session?
- **Solution 1:**
  - En utilisant un cookie spécial
- **Solution 2:**
  - En réécrivant l'URL et en ajoutant un ID de session
- **Solution 3:**
  - Certains produits ont des méthodes plus sophistiquées.

olivier.liechti@heig-vd.ch

HTTP Infrastructure


Public Internet
http://web-a.mycompany.com
http://web-x.mycompany.com/forb/
http://web-x.mycompany.com/forc/
193.134.216.0/21
DMZ
193.134.221.251
HTTP Reverse Proxy
NGINX
10.1.1.1
10.1.1.0/24
Private Network
10.1.1.2
10.1.1.3
10.1.1.4
10.1.1.5
10.1.1.6
Web App A
APACHE HTTP SERVER
Web App A
APACHE HTTP SERVER
Web App A
APACHE HTTP SERVER
Web App B
NGINX
Web App C
node JS

The Role of the Reverse Proxy

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- An HTTP proxy that is "close" to the server
- Forwarding requests to the "appropriate" server
- A reverse proxy can also be configured as a load balancer. In this case, it distributes HTTP requests between several "equivalent" servers.
- **Sticky sessions!**

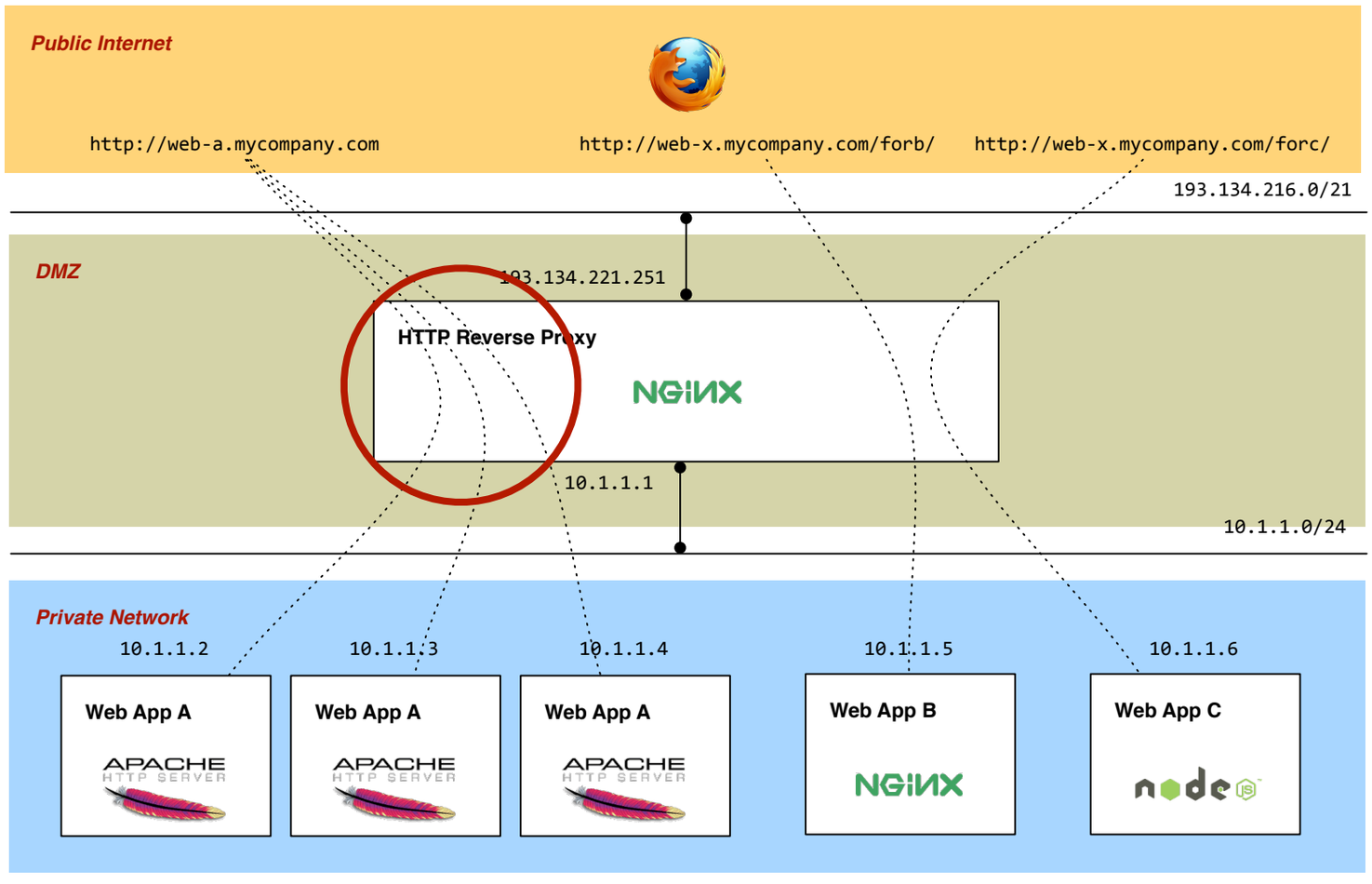
```
ProxyRequests Off
<Proxy *>
Order deny,allow
Allow from all
</Proxy>

ProxyPass /foo http://192.168.1.2:8080/bar
ProxyPassReverse /foo http://192.168.1.2:8080/bar
```

```
Header add Set-Cookie "ROUTEID=.%{BALANCER_WORKER_ROUTE}e;
path=/" env=BALANCER_ROUTE_CHANGED
<Proxy balancer://mycluster>
BalancerMember http://192.168.1.50:80 route=1
BalancerMember http://192.168.1.51:80 route=2
ProxySet stickysession=ROUTEID
</Proxy>
ProxyPass /test balancer://mycluster
```

Availability

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

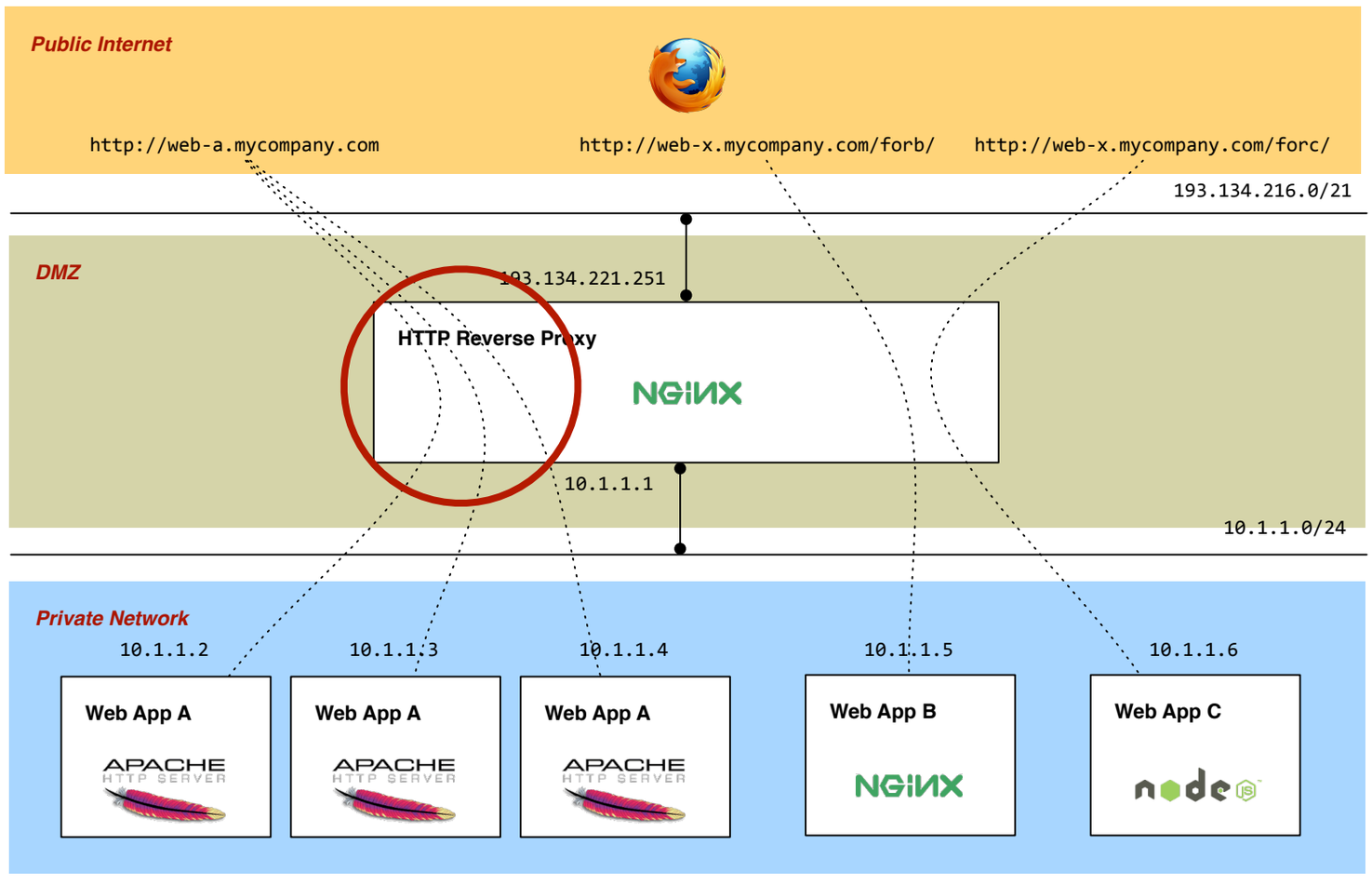
- What happens if a server (or server component) fails?



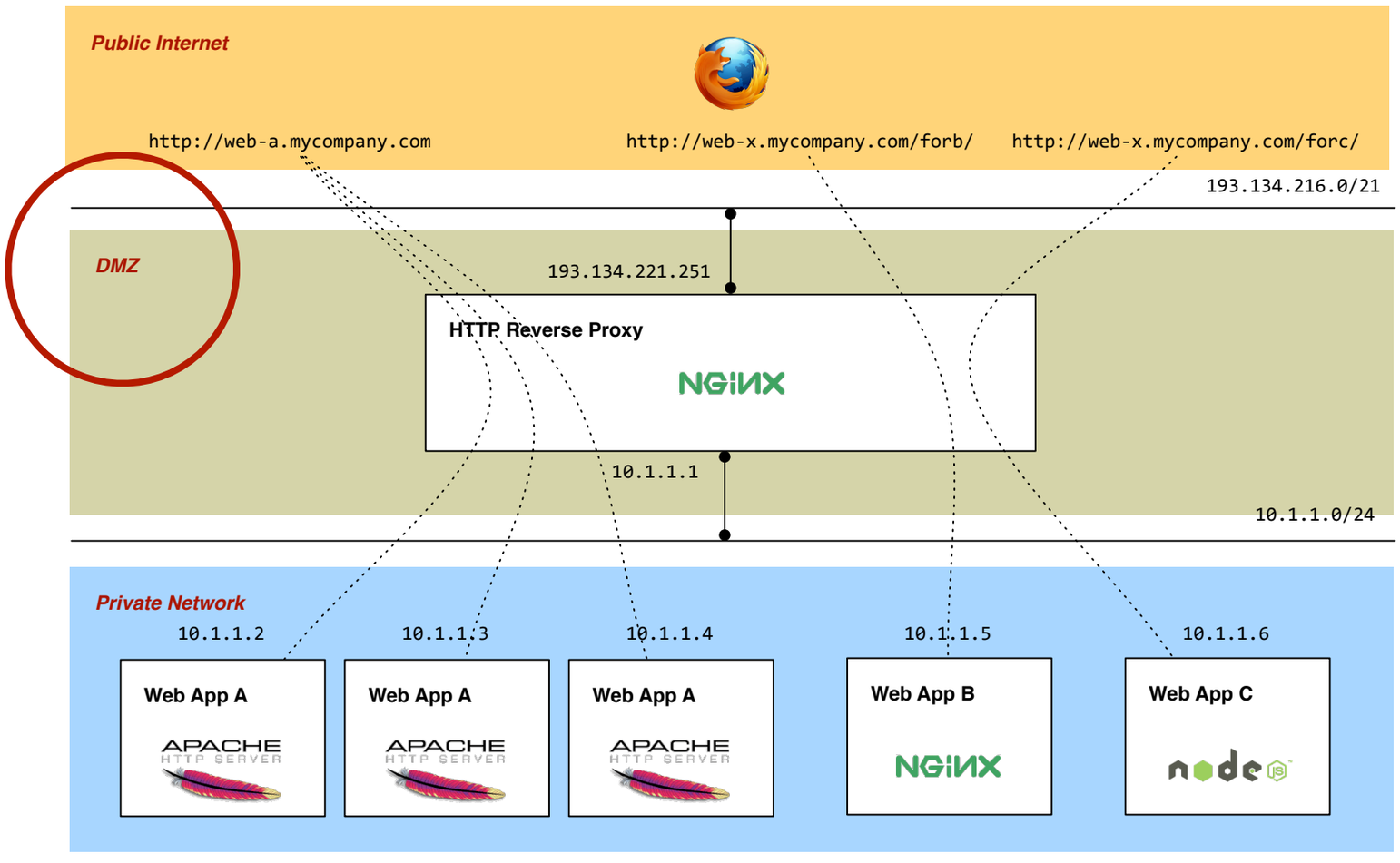
Scalability

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

- Ability to evolve in order to sustain a bigger load, in quick and economical manner.
- Horizontal vs Vertical Scalability
- Elasticity



Security


Public Internet
http://web-a.mycompany.com
http://web-x.mycompany.com/forb/
http://web-x.mycompany.com/forc/
193.134.216.0/21
DMZ
193.134.221.251
HTTP Reverse Proxy
NGINX
10.1.1.1
10.1.1.0/24
Private Network
10.1.1.2
10.1.1.3
10.1.1.4
10.1.1.5
10.1.1.6
Web App A
APACHE HTTP SERVER
Web App A
APACHE HTTP SERVER
Web App A
APACHE HTTP SERVER
Web App B
NGINX
Web App C
node

Virtual Hosts

Virtual Hosts & the Host Header

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

```
> telnet 84.16.80.79 80

GET /index.html HTTP/1.1
Host: www.wasabi-tech.com
```

```
> telnet 84.16.80.79 80

GET /index.html HTTP/1.1
Host: www.otherdomain.com
```

http://httpd.apache.org/docs/2.4/vhosts/examples.html

```
# Ensure that Apache listens on port 80
Listen 80
<VirtualHost *:80>
    DocumentRoot /www/example1
    ServerName www.example.com

    # Other directives here
</VirtualHost>

<VirtualHost *:80>
    DocumentRoot /www/example2
    ServerName www.example.org

    # Other directives here
</VirtualHost>
```

Note

Creating virtual host configurations on your Apache server does not magically cause DNS entries to be created for those host names.
You must have the names in DNS, resolving to your IP address, or nobody else will be able to see your web site.

*You can put entries in your **hosts file** for local testing, but that will work only from the machine with those hosts entries.*

```
<VirtualHost *:*>
    ProxyPreserveHost On
    ProxyPass / http://192.168.111.2/
    ProxyPassReverse / http://192.168.111.2/
    ServerName hostname.example.com
</VirtualHost>
```