Université de Guelma
Département Informatique

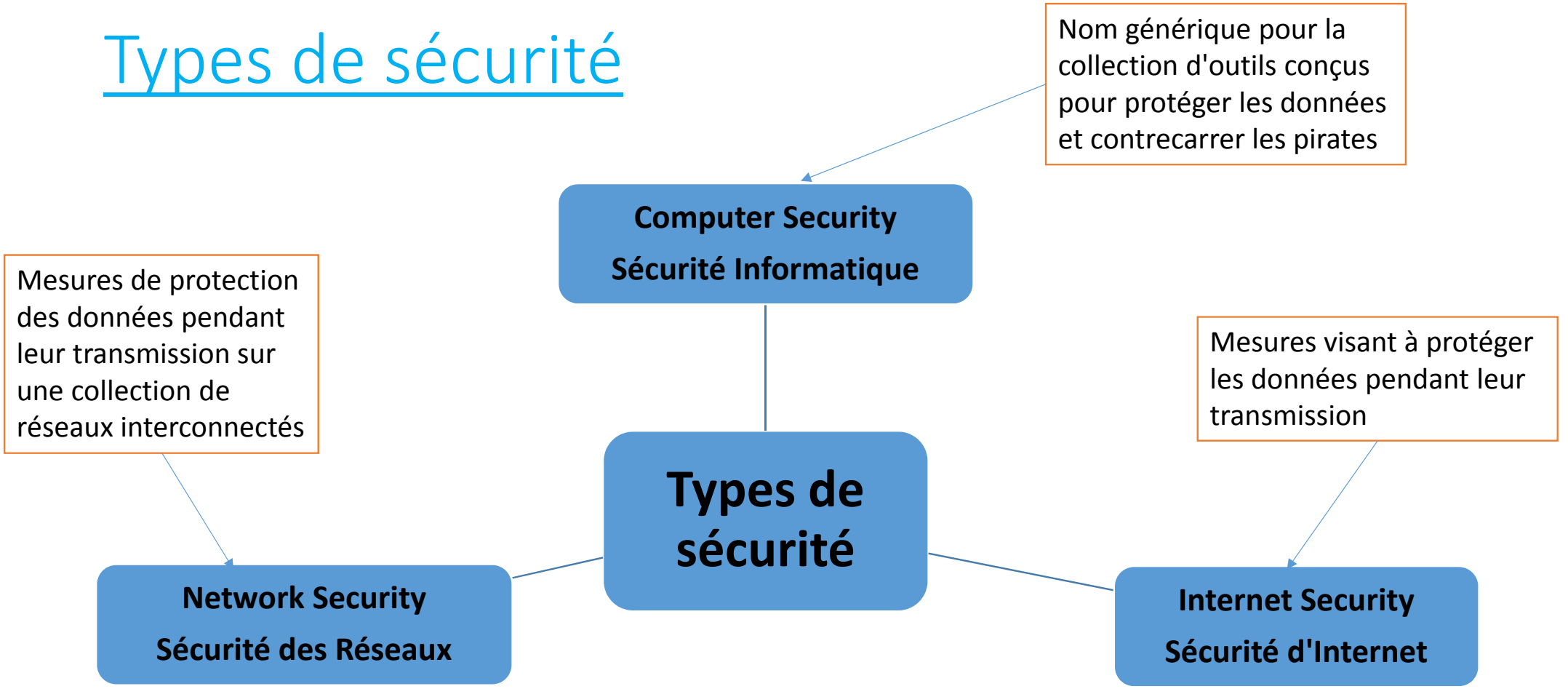
Révision (Chp. 1 & Chp. 2)

Cours - Sécurité Informatique

3 année LMD Système d'Information

Par : Dr. M. A. Ferrag

Types de sécurité



Terminologie essentielle

- **Malware :** désigne tout programme informatique conçu pour infecter et endommager l'ordinateur d'un utilisateur légitime de multiples façons
- **Botnet:** groupe d'ordinateurs infectés et contrôlés par un pirate à distance
- **Vulnérabilité**: représente le niveau d'exposition face à la menace dans un contexte particulier: n'importe quel défaut matériel ou logiciel qui laisse le réseau ouvert pour une potentielle exploitation.
- **Menace :** action susceptible de nuire dans l'absolu. Il s'agit de toute intention ou méthodes utilisées pour exploiter une vulnérabilité (ou faiblesse) dans un système. Une menace peut être accidentelle ou intentionnelle.
- **Attaque :** toute action qui exploite une ou plusieurs vulnérabilités (failles) pour réaliser une menace avec l'intention de nuire.
- **Contre-mesure :** est l'ensemble des actions mises en œuvre en prévention de la menace.

Exemple

Dans le cas d'une authentification d'un utilisateur pour accéder à son compte mail :

- Vulnérabilité : envoie de mot de passe non chiffré à travers le réseau
- Menace : détournement du mot de passe
- Attaque : interception du mot de passe par un pirate qui écoute la communication (man-in-the-middle)
- Contre-mesure : chiffré le mot de passe avant de l'envoyer

Objectifs de la sécurité

- **Disponibilité :** *Demande que l'information sur le système soit disponible aux personnes autorisées.*
- **Confidentialité :** *Demande que l'information sur le système ne puisse être lue que par les personnes autorisées.*
- **Intégrité :** *Demande que l'information sur le système ne puisse être modifiée que par les personnes autorisées.*
- **Non répudiation:** *Permettant de garantir qu'une transaction ne peut être niée.*
- **Authentification:** *Consistant à assurer que seules les personnes autorisées aient accès aux ressources.*

Contrôle d'accès

Il offre 3 services essentiels:

- **Authentification (qui peut se connecter)**
- **Autorisation (ce que les utilisateurs autorisés peuvent faire)**
- **Responsabilisation (identifie ce qu'un utilisateur a fait)**

Types de contrôle d'accès

- Contrôle d'accès centralisé

- Contrôle d'accès décentralisé

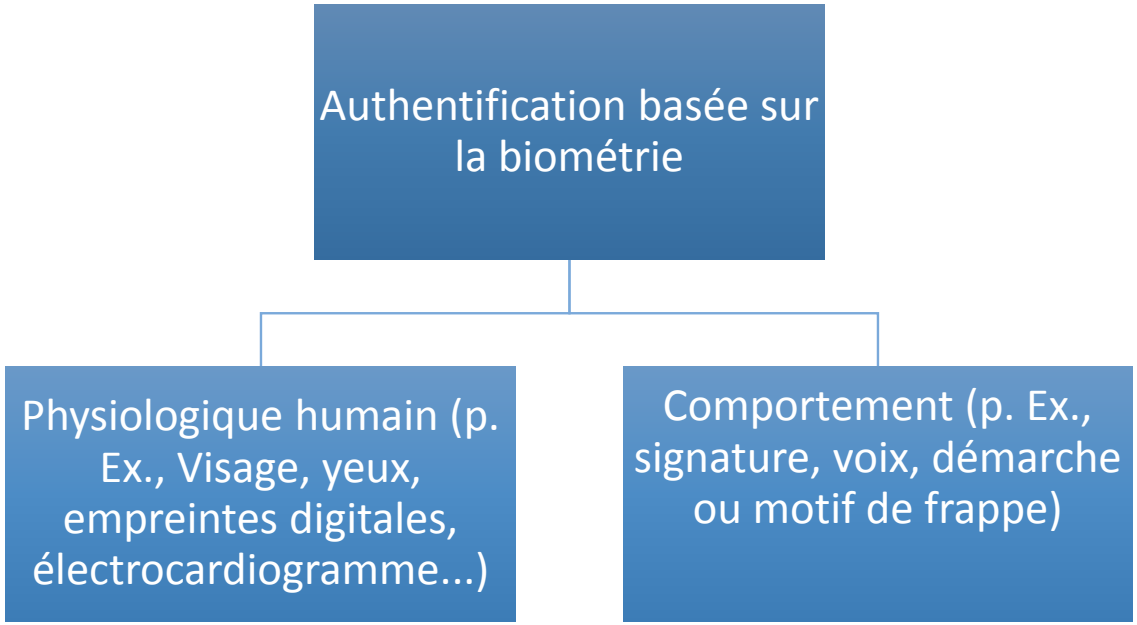
Authentification

Un moyen de vérifier ou de prouver l'identité d'un utilisateur

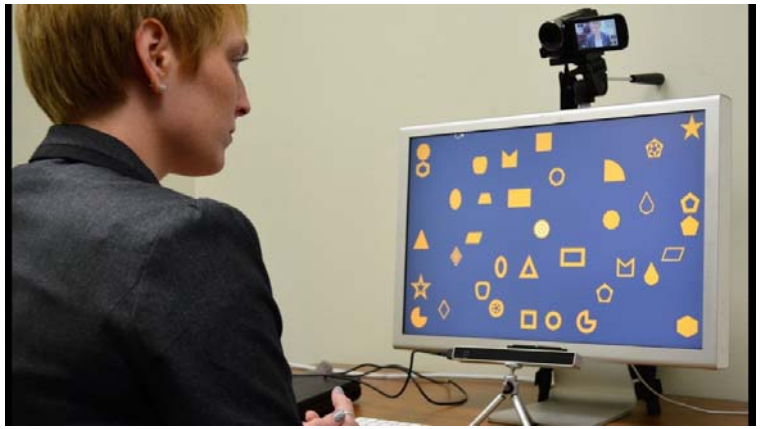
- Le terme «utilisateur» peut désigner:
  - Une personne
  - Application ou processus
  - Machine ou appareil
- Identification avant l'authentification
  - Fournir un nom d'utilisateur pour établir l'identité de l'utilisateur
- Pour prouver l'identité, l'utilisateur doit présenter l'une des informations suivantes:
  - Ce que vous savez (Mots de passe, PIN (Personal Identification Number))
  - Ce que vous avez (Jeton, cartes à puce, codes de passage, RFID)
  - Qui êtes-vous (biométrie comme les empreintes digitales et l'iris scan, signature ou Voix)

Authentification basée sur la biométrie

- **Gestes de regard**
- **Electrocardiogramme**
- **Reconnaissance vocale**
- **Reconnaissance de signature**
- **Reconnaissance de la marche**
- **Reconnaissance de visage**
- **Reconnaissance de l'iris**
- **Profilage de comportement**
- **Dynamique Keystroke**
- **Dynamique tactile**
- **Empreinte digitale**
- **Carte à puce**
- **Interfaces multi-touch**
- **Mot de passe graphique**
- **Rythme**
- **Écran tactile capacitif**

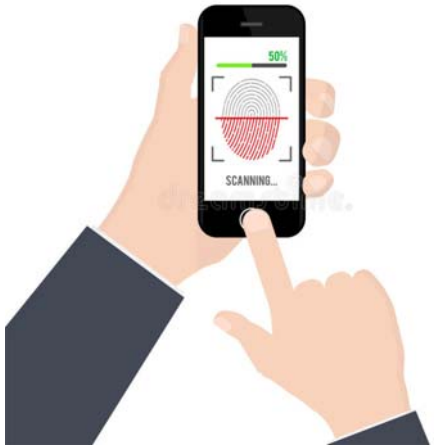


Gestes de regard

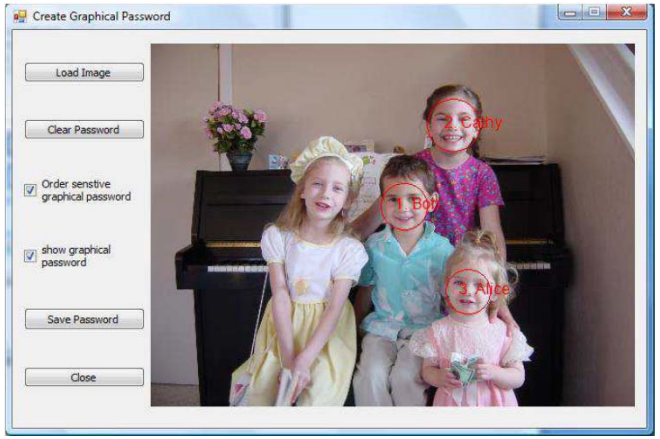


Le rythme cardiaque

Empreinte digitale

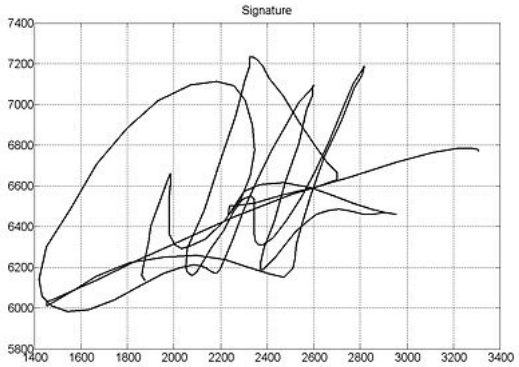


Mot de passe graphique

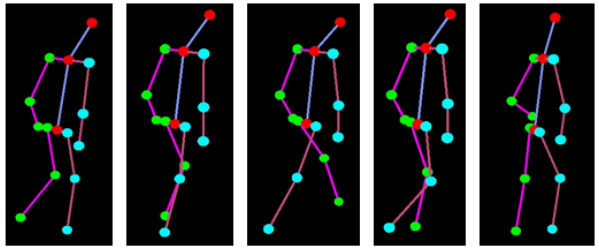


Reconnaissance vocale

Reconnaissance de signature



Reconnaissance de la marche



Reconnaissance de visage

Reconnaissance de l'iris

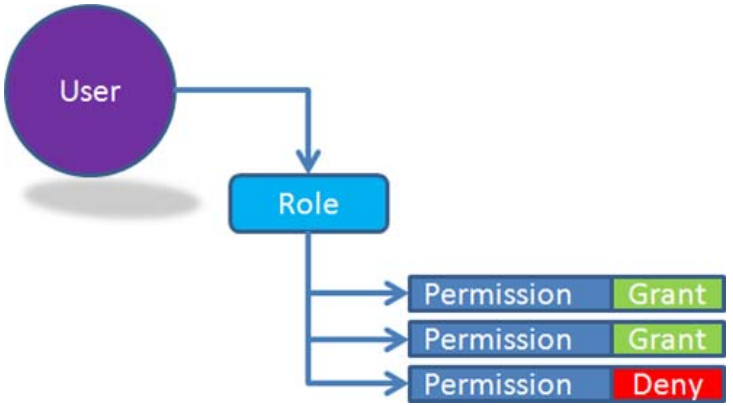
Authentification forte (Strong Authentication)

- **Authentification à deux facteurs (Two-factor authentication)**
- **Authentification à trois facteurs (Three-factor authentication)**
- **Authentification à multi facteurs (Multi-factor authentication)**

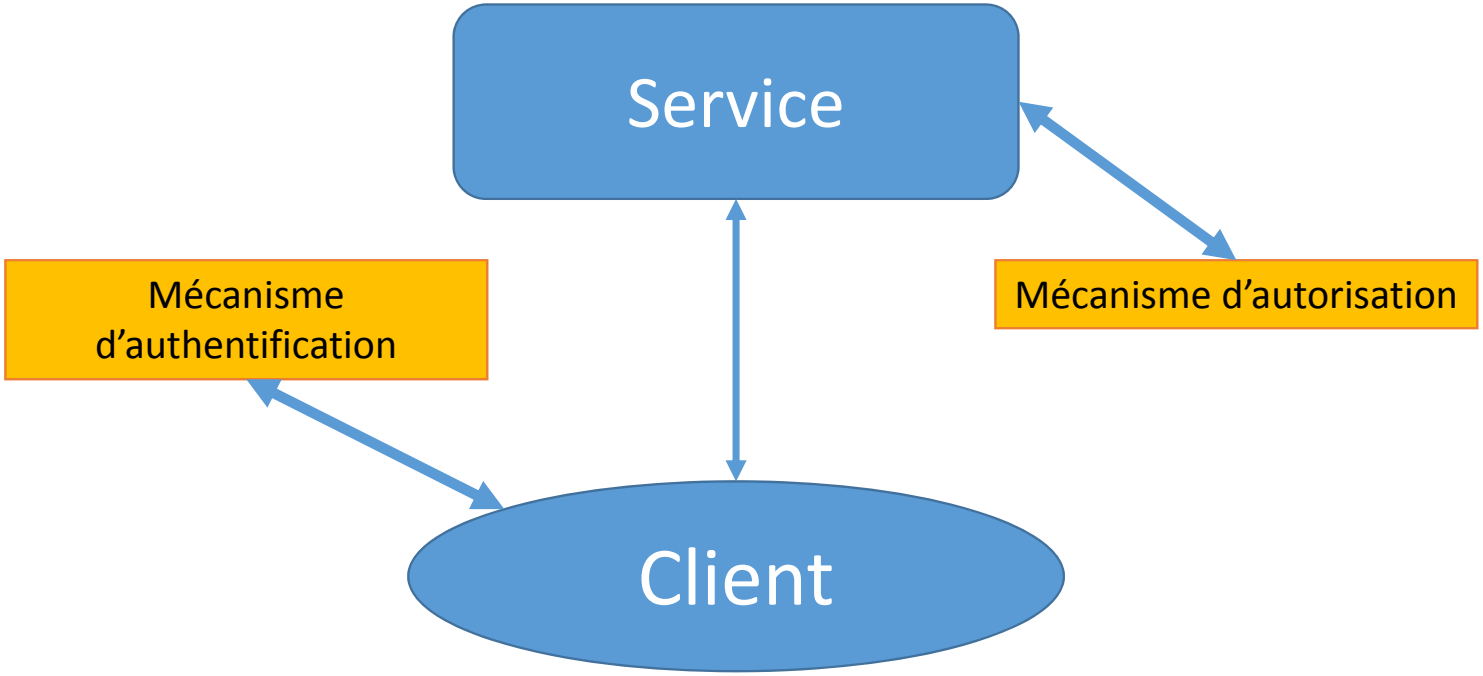
Autorisation

Définit les droits et autorisations de l'utilisateur sur un système

- Généralement effectué après l'authentification de l'utilisateur
- Permet à un utilisateur d'accéder à une ressource particulière et aux actions qu'il est autorisé à effectuer sur cette ressource
- Critères d'accès basés sur le niveau de confiance:
  - Les rôles
  - Groupes
  - Emplacement
  - Temps
  - Type de transaction



Authentification vs. Autorisation



- "Authentification identifie simplement une partie, l'autorisation définit si elles peuvent effectuer une certaine action" - RFC 3552 https://datatracker.ietf.org/doc/rfc3552/

Intégrité

- **Intégrité des données** : La propriété que les données n'ont pas été modifiée d'une manière non autorisée

- **Intégrité du système**: La qualité d'un système lorsqu'il exécute sa fonction prévue de manière intacte, sans manipulation non autorisée

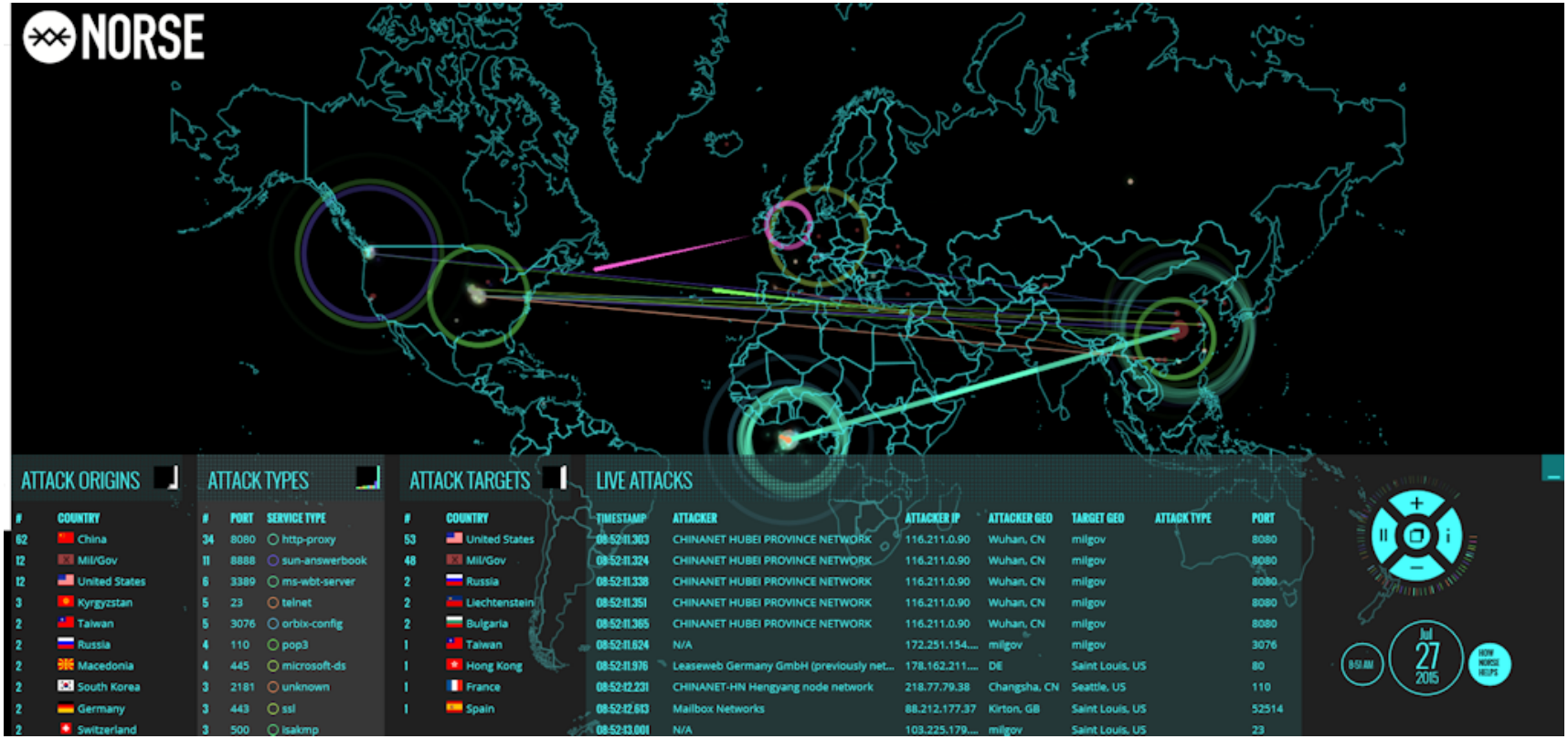
Les menaces informatiques

- Tout ordinateur connecté à un réseau informatique est potentiellement vulnérable à une attaque.
- Une « attaque » est l'exploitation d'une faille d'un système informatique (système d'exploitation, logiciel ou bien même de l'utilisateur) à des fins non connues par l'exploitant du système et généralement préjudiciables.

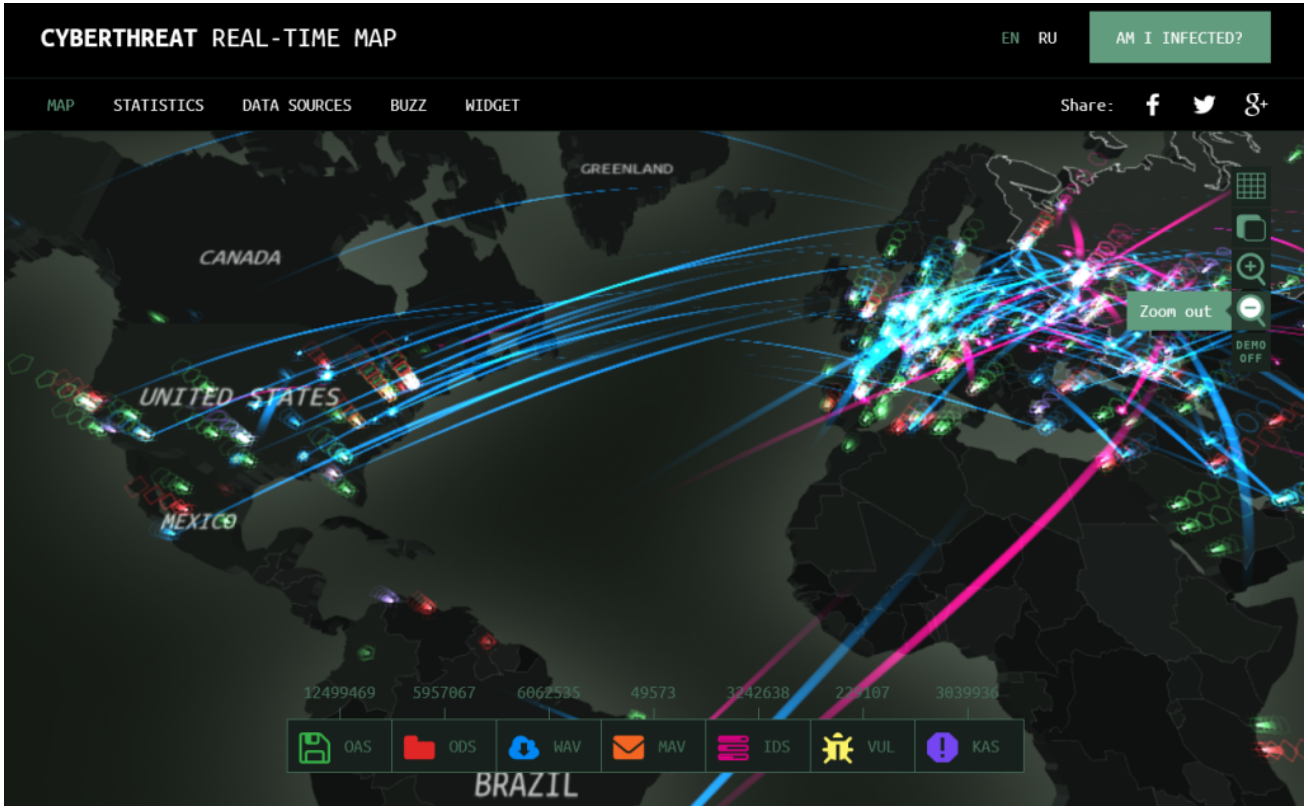
- Afin de détecter ces attaques il est indispensable de connaître les principaux types d'attaques afin de mettre en œuvre des dispositions préventives.

Les attaques : en temps réel

http://map.norsecorp.com/



https://cybermap.kaspersky.com/



http://threatmap.fortiguard.com/

Type des attaquants : par compétence

- **Script Kiddy**
  - 90% playstation 9% clickomane 1% intelligence
  - utilise ce que font les autres
- **Amateur**
  - Failles connues
  - Failles web
- **Professionnel**
  - En equipe
  - Avec beaucoup de moyens (financiers, techniques, parfois préparatoires)
  - 0days possibles

Type des attaquants : par objectif

- **L'argent**
  - piratage volumétrique
  - cryptolocker "killer application"
- **Hacktiviste**
  - "Terroriste"
  - Anonymous
- **Espions**
  - Etatique
  - Industriel
- **"Petit con"**

Motivation des attaques

Les motivations des attaques peuvent être de différentes sortes :

- Obtenir un accès au système
- Voler des informations, tels que des secrets industriels ou des propriétés intellectuelles
- Glaner des informations personnelles sur un utilisateur
- Récupérer des données bancaires ;
- S'informer sur l'organisation (entreprise de l'utilisateur, etc.)
- troubler le bon fonctionnement d'un service
- utiliser le système de l'utilisateur comme « rebond » pour une attaque
- utiliser les ressources du système de l'utilisateur, notamment lorsque le réseau sur lequel il est situé possède une bande passante élevée

Définitions – Les attaques

- En informatique et les réseaux informatiques, une attaque est une tentative d'exposer, de modifier, de désactiver, de détruire, de voler ou d'obtenir un accès non autorisé. Cependant, nous avons les deux définitions populaires suivantes,

- **Internet Engineering Task Force** définit l'attaque dans RFC 2828 comme :

« Un assaut sur la sécurité du système qui découle d'une menace intelligente, c'est-à-dire d'un acte intelligent qui est une tentative délibérée (en particulier dans le sens d'une méthode ou d'une technique) pour échapper aux services de sécurité et violer la politique de sécurité d'un système. »

- **Gouvernement des États-Unis,** l'instruction CNSS n°4009 du 26 avril 2010 par le Comité des systèmes de sécurité nationale des États-Unis d'Amérique définit une attaque comme suit :

« Toute activité malveillante qui tente de collecter, perturber, nier, dégrader ou détruire les ressources du système d'information ou l'information elle-même. »

Types d’attaques

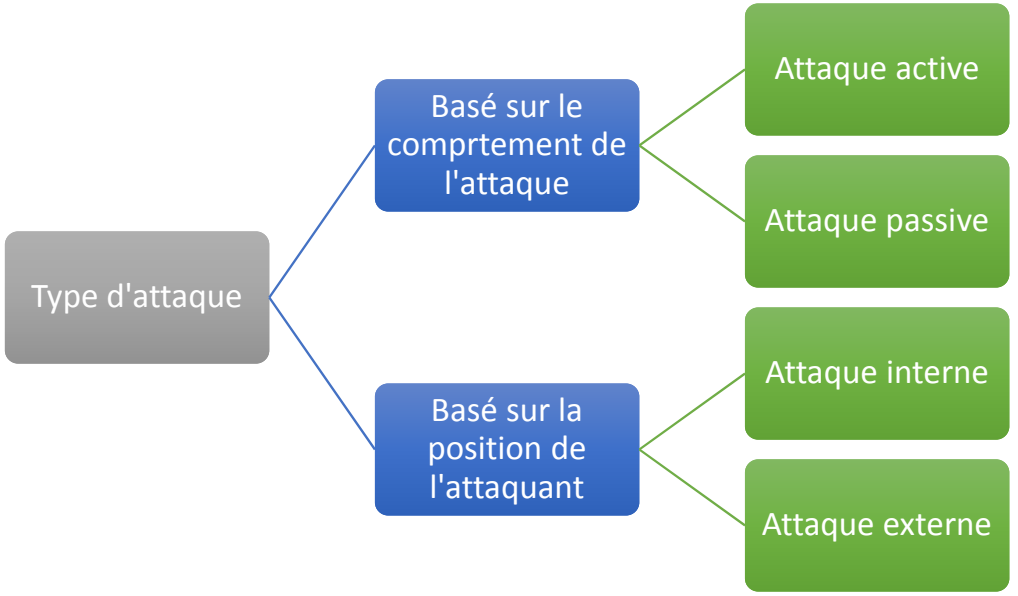
Comme présenté dans la Figure, une attaque peut être classée par son comportement ou par la position de l’attaquant.

Une attaque peut être active ou passive.

- Une **«attaque active»** tente de modifier les ressources du système ou d'affecter leur fonctionnement.
- Une **«attaque passive»** tente d'apprendre ou d'utiliser des informations du système mais n'affecte pas les ressources du système. (P. Ex., Écoutes téléphoniques).

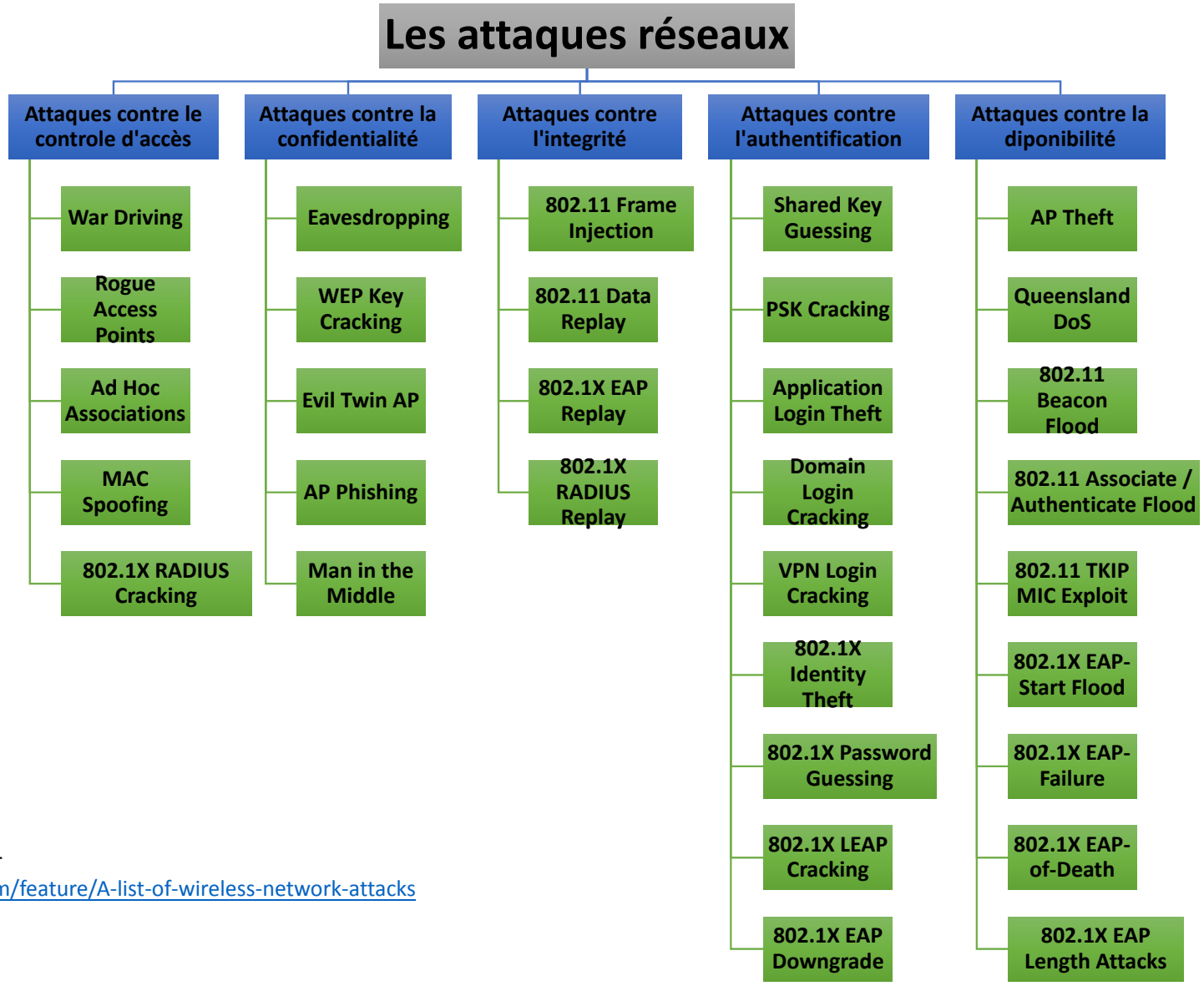
Une attaque peut être perpétrée par l’intérieur ou de l'extérieur de l’organisation.

- Une **«attaque interne»** est une attaque initiée par une entité dans le périmètre de sécurité, c'est-à-dire une entité autorisée à accéder aux ressources du système mais qui les utilise d'une manière non approuvée par ceux qui ont accordé l'autorisation.
- Une **«attaque extérieure»** est initiée depuis l'extérieur du périmètre, par un utilisateur non autorisé ou illégitime du système.



Classification des attaques

- Les attaques réseaux contre 802.11 et 802.1X, peuvent être classées selon le type de menace, et mises en correspondance avec des méthodes et des outils de piratage associés, à savoir,
- les attaques contre le contrôle d'accès,
- les attaques contre la confidentialité,
- les attaques contre l'intégrité, les attaques contre l'authentification,
- et les attaques contre la disponibilité.



Classification donnée par Lisa Phifer
http://searchsecurity.techtarget.com/feature/A-list-of-wireless-network-attacks

Attaques contre le contrôle d'accès

- Ces attaques tentent de pénétrer dans un réseau en utilisant des mesures de contrôle d'accès WLAN sans fil, comme les filtres AP MAC et les contrôles d'accès au port 802.1X.

Type d'attaque	Description	Méthodes et outils
War Driving	Découvrir les réseaux locaux sans fil en écoutant des balises ou en envoyant des requêtes de sonde, fournissant ainsi un point de lancement pour d'autres attaques.	Airmon-ng, DStumbler, KisMAC, MacStumbler, NetStumbler, Wellenreiter, WiFiFoFum
Rogue Access Points	Installation d'un point d'accès non sécurisé dans un pare-feu, création d'une porte dérobée ouverte dans un réseau de confiance.	Tout point d'accès matériel ou logiciel
Ad Hoc Associations	Connexion directe à une station non sécurisée pour contourner la sécurité de l'AP ou la station d'attaque.	Toute carte sans fil ou adaptateur USB
MAC Spoofing	Reconfiguration de l'adresse MAC d'un attaquant pour se présenter comme un AP ou une station autorisée.	MacChanger, SirMACsAlot, SMAC, Wellenreiter, wicontrol
802.1X RADIUS Cracking	Récupération du secret RADIUS par la force brute à partir de la demande d'accès 802.1X.	Outil de capture de paquets sur LAN ou chemin réseau entre le serveur AP et RADIUS

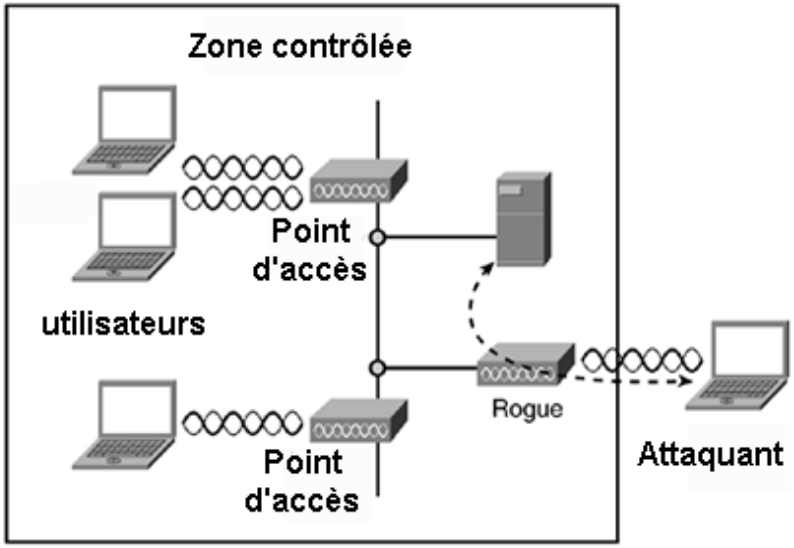
Attaques contre le contrôle d'accès
L'attaque « War Driving»

- **L'attaque « War Driving» :** La conduite de guerre, également appelée cartographie des points d'accès, consiste à localiser et éventuellement exploiter des connexions aux réseaux locaux sans fil tout en conduisant autour d'une ville ou ailleurs, comme présenté dans la Figure. Pour faire une conduite de guerre, vous avez besoin d'un véhicule, d'un ordinateur (qui peut être un ordinateur portable), d'une carte Ethernet sans fil configurée en mode promiscuous et d'une sorte d'antenne qui peut être montée au-dessus ou positionnée à l'intérieur de la voiture. Étant donné qu'un réseau local sans fil peut avoir une portée qui s'étend au-delà d'un immeuble de bureaux, un utilisateur extérieur peut se pénétrer dans le réseau, obtenir une connexion Internet gratuite et accéder éventuellement aux enregistrements de l'entreprise et à d'autres ressources.

- Avec une antenne omnidirectionnelle et un système de positionnement géophysique (GPS), le conducteur de guerre peut systématiquement localiser les emplacements des points d'accès sans fil 802.11b. Les entreprises qui ont un réseau local sans fil sont entrain d'ajouter des garanties de sécurité qui assureront uniquement les utilisateurs visés. Les garanties comprennent l'utilisation de la norme de chiffrement WEP (Wired Equivalent Privacy), IPsec ou Wi-Fi Protected Access (WPA), avec un pare-feu ou DMZ.

Attaques contre le contrôle d'accès
L’attaque « Rogue Access Points »

- **L’attaque « Rogue Access Points » :** Cette attaque se base sur l'installation d'un point d’accès non sécurisé dans un pare-feu, puis la création d'une porte dérobée ouverte dans un réseau de confiance, comme présenté dans la Figure. Les grandes entreprises investissent souvent dans des systèmes de prévention des intrusions sans fil (WIPS) qui utilisent des capteurs distribués pour surveiller à plein temps le trafic sans fil.

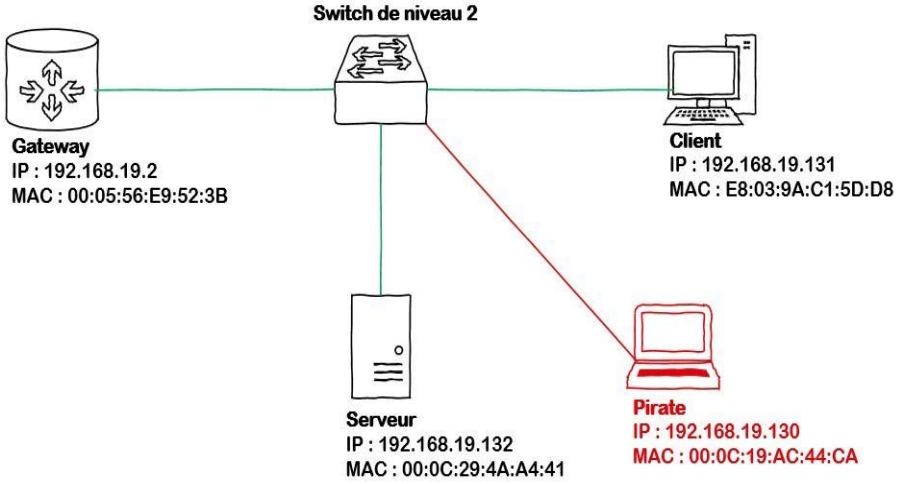


Attaques contre le contrôle d'accès
L’attaque « Ad Hoc Associations »

- L’attaque « Ad Hoc Associations » : Les réseaux ad hoc ne sont pas sans risques. Probablement le plus grand risque associé à la mise en réseau ad hoc a toujours été l'écoute électronique. Traditionnellement, les connexions ad hoc ont manqué les différents mécanismes de cryptage qui sont habituellement utilisés avec des points d'accès sans fil tels que WEP et WPA.

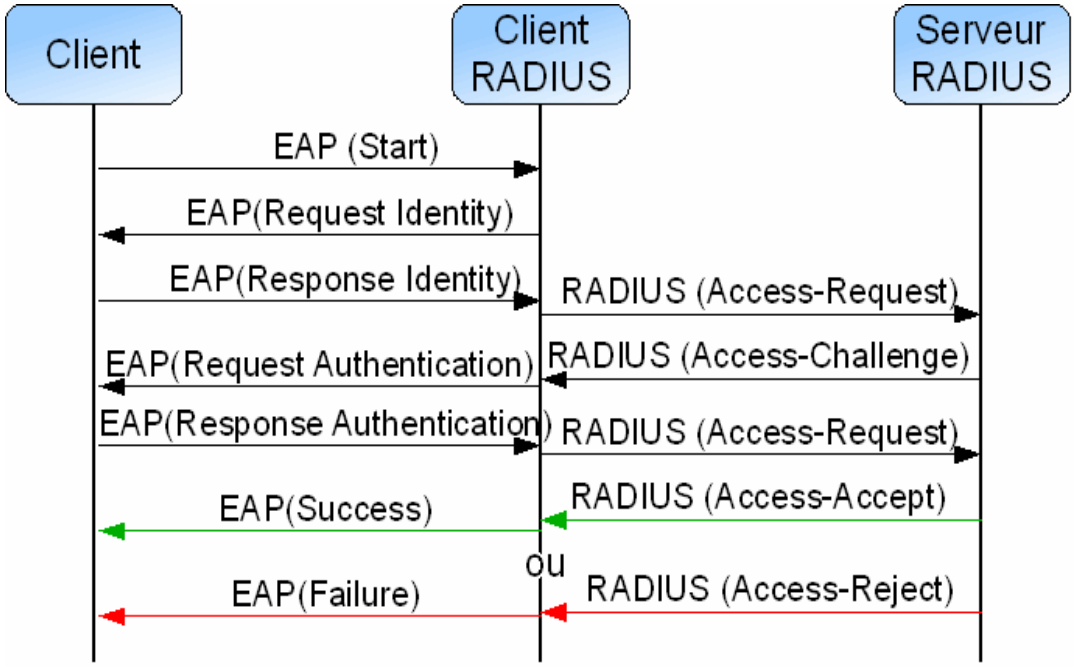
Attaques contre le contrôle d'accès
L’attaque « MAC Spoofing »

- **L’attaque « MAC Spoofing »:** La falsification MAC est une technique permettant de modifier une adresse de contrôle d'accès aux médias (MAC) attribuée à une interface réseau sur un périphérique en réseau. L'adresse MAC codée sur un contrôleur d'interface réseau ne peut pas être modifiée. Cependant, de nombreux pilotes permettent de modifier l'adresse MAC. De plus, il existe des outils qui permettent à un système d'exploitation de croire que la NIC a l'adresse MAC du choix d'un utilisateur. Le processus de masquage d'une adresse MAC est connu sous le nom de spoofing MAC. Essentiellement, la spoofing MAC implique de changer l'identité d'un ordinateur, pour quelque raison que ce soit, et c'est relativement facile.
- Comme présenté dans la Figure, le changement de l'adresse MAC assignée peut permettre de contourner les listes de contrôle d'accès sur les serveurs ou les routeurs, soit en cachant un ordinateur sur un réseau, soit en la permettant d'imiter un autre périphérique réseau. La falsification MAC est effectuée à des fins légitimes et illicites.



Attaques contre le contrôle d'accès
L'attaque « 802.1X RADIUS Cracking »

- **L'attaque « 802.1X RADIUS Cracking » :** Cette attaque se base sur la récupération du secret RADIUS par la force brute à partir de la demande d'accès 802.1X. De plus, cette attaque peut être lancée par un Outil de capture de paquets sur LAN ou chemin réseau entre le serveur AP et RADIUS



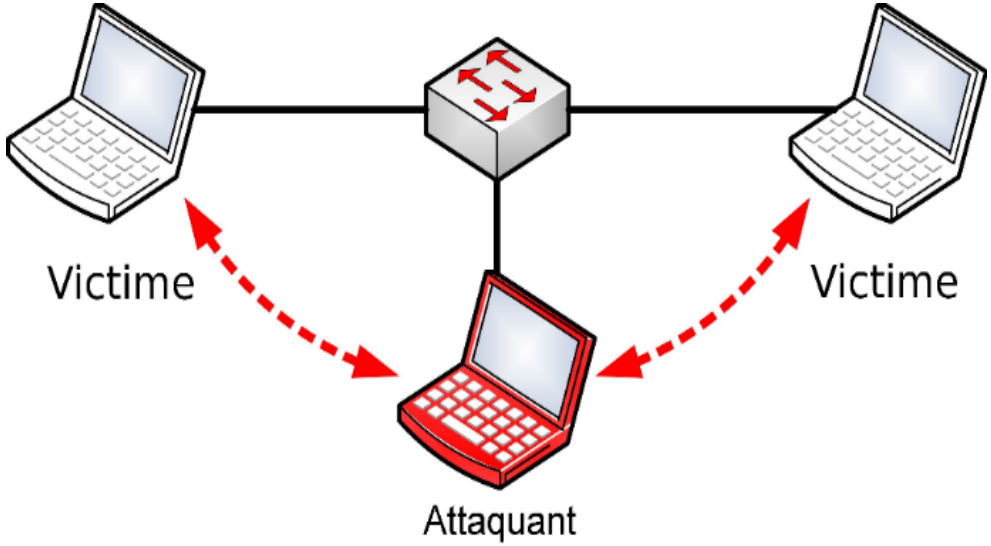
Attaques contre la confidentialité

- Ces attaques tentent d'intercepter des informations privées envoyées sur des associations sans fil, soit envoyé en clair ou chiffré par 802.11 ou des protocoles de couche supérieure.

Type d'attaque	Description	Méthodes et outils
Eavesdropping (Ecoute)	Capture et décodage du trafic d'application non protégé pour obtenir des informations potentiellement sensibles.	bsd-airtools, Ettercap, Kismet, Wireshark
WEP Key Cracking	Capture de données pour récupérer une clé WEP en utilisant des méthodes passives ou actives.	Aircrack-ng, airoway, AirSnort, chopchop, dwepcrack, WepAttack, WepDecrypt, WepLab, wesside
Evil Twin AP	Masquage en tant qu'appareil autorisé en balayant l'identificateur du WLAN (SSID) pour attirer les utilisateurs.	cqureAP, D-Link G200, HermesAP, Rogue Squadron, WifiBSD
AP Phishing	Exécution d'un faux portail ou d'un serveur Web sur un AP double mal à "phish" pour les connexions d'utilisateurs, les numéros de carte de crédit.	Airpwn, Airsnarf, Hotspotter, Karma, RGlueAP
Man in the Middle (d'attaque de l'homme dans le milieu)	Exécuter des outils traditionnels d'attaque de l'homme dans le milieu pour intercepter des sessions TCP ou des tunnels SSL / SSH.	dsniff, Ettercap-NG, sshmitm

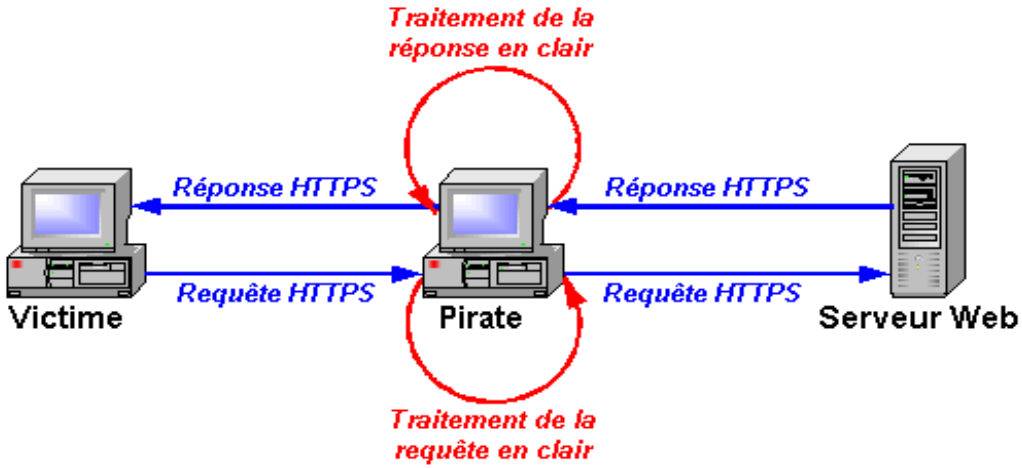
Attaques contre la confidentialité
L'attaque « Eavesdropping - Ecoute»

- **L'attaque « Eavesdropping - Ecoute» :** Comme présenté dans la Figure, cette attaque se base sur l'interception non autorisée en temps réel d'une communication privée, comme un appel téléphonique, un message instantané, une vidéoconférence ou une transmission de télécopie. Le terme «écoute» dérive de la pratique de se tenir debout sous les avant-toits d'une maison, en écoutant des conversations à l'intérieur.



Attaques contre la confidentialité
L'attaque Man in the Middle

- **L'attaque « Man in the Middle» :** est celui dans lequel l'attaquant intercepte et relève secrètement les messages entre deux parties qui croient communiquer directement entre elles, comme présenté dans la Figure.



Attaques contre l'intégrité

- les attaques contre l'intégrité se basent sur l'envoi des contrôles forgés, de la gestion ou des trames de données sur un réseau sans fil pour induire le destinataire ou faciliter un autre type d'attaque (par exemple, l'attaque DoS).

Type d'attaque	Description	Méthodes et outils
802.11 Frame Injection	Création et envoi des trames forgées 802.11.	Airpwn, File2air, libradiate, void11, WEPWedgie, wnet dinject/reinject
802.11 Data Replay	Capture des trames de données 802.11 pour une relecture ultérieure (modifiée).	Capture + Outils d'injection
802.1X EAP Replay	Capture des protocoles d'authentification extensible 802.1X pour une relecture ultérieure.	Capture sans fil + Outils d'injection entre une station et l'AP
802.1X RADIUS Replay	Capture d'accès RADIUS: accepter ou rejeter les messages pour une nouvelle version ultérieure.	Ethernet Capture + Injection Tools between AP and authentication server

Attaques contre l'authentification

- Les attaquants contre l'authentification utilisent ces attaques pour voler les identités et les informations d'identification des utilisateurs légitimes pour accéder aux réseaux et services privés.

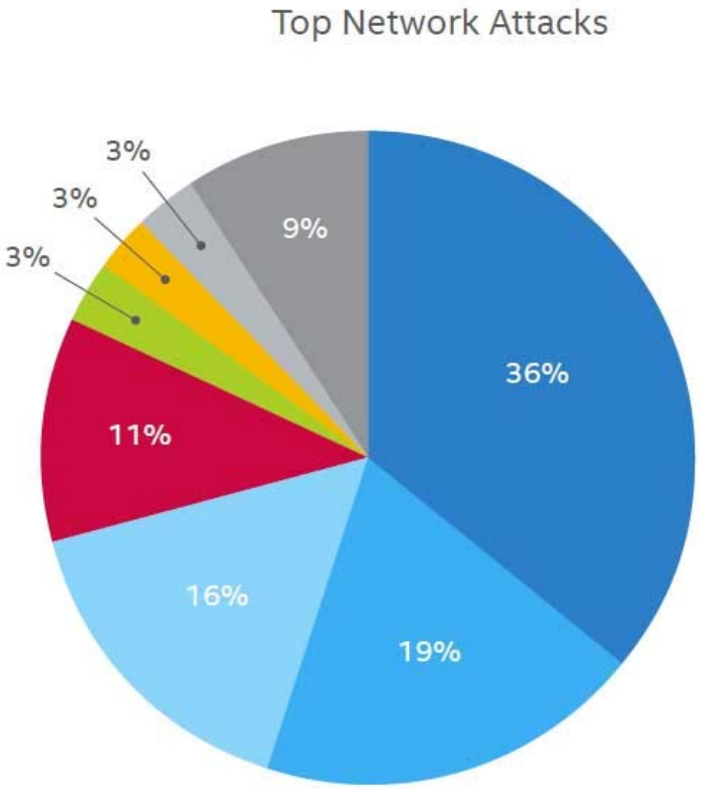
Type d'attaque	Description	Méthodes et outils
Shared Key Guessing	Tentative d'authentification de clé partagée 802.11 avec des clés WEP supposées et craquées.	WEP Cracking Tools
PSK Cracking	Récupération d'un PSPA / WPA2 PSK à partir de trames clés de handshake capturés en utilisant un outil d'attaque de dictionnaire.	coWPAtty, genpmk, KisMAC, wpa_crack
Application Login Theft	Capture des informations d'identification des utilisateurs (par exemple, adresse e-mail et mot de passe) à partir des protocoles d'application en clair.	Ace Password Sniffer, Dsniff, PHoss, WinSniffer
Domain Login Cracking	Récupération des informations d'identification des utilisateurs (par exemple, connexion et mot de passe du Windows) en crachant les hachages de mot de passe NetBIOS en utilisant un outil d'attaque de force brute ou de dictionnaire.	John the Ripper, L0phtCrack, Cain
VPN Login Cracking	Récupération des informations d'identification des utilisateurs (par exemple, le mot de passe PPTP ou la clé Secret pré-partagé IPsec) en exécutant des attaques de force brute sur les protocoles d'authentification VPN.	ike_scan et ike_crack (IPsec), anger et THC-pptp-bruter (PPTP)
802.1X Identity Theft	Capture d'identité des utilisateurs à partir de paquets de réponse d'identité 802.1X en clair.	Capture Tools
802.1X Password Guessing	Utilisation d'une identité capturée, tentative répétée d'authentification 802.1X pour deviner le mot de passe de l'utilisateur.	Password Dictionary
802.1X LEAP Cracking	Récupération des informations d'identification des utilisateurs à partir des paquets légers EAP (LEAP) 802.1X capturés à l'aide d'un outil d'attaque de dictionnaire pour déchiffrer le hash du mot de passe NT.	Anwrap, Asleap, THC-LEAPcracker
802.1X EAP Downgrade	Forcer un serveur 802.1X à offrir un type d'authentification plus faible en utilisant des paquets forés EAP.	File2air, libradiate

Attaques contre la disponibilité

- Ces attaques empêchent la livraison de services sans fil à des utilisateurs légitimes, soit en leur refusant l'accès aux ressources WLAN, soit en paralysant ces ressources.

Type of Attack	Description	Methods and Tools
AP Theft	Suppression physique d'un AP d'un espace public.	"Five finger discount"
Queensland DoS	Exploiter le mécanisme d'évaluation des canaux clairs (CCA) CSMA / CA pour que le canal apparaisse occupé.	Un adaptateur prenant en charge le mode CW Tx, avec un utilitaire de bas niveau pour invoquer une transmission continue
802.11 Beacon Flood	Générer des milliers de balises contrefaites 802.11 pour rendre difficile aux stations de trouver un AP légitime.	FakeAP
802.11 Associate / Authenticate Flood	Remplir le tableau d'association d'AP cible.	FATA-Jack, Macfld
802.11 TKIP MIC Exploit	Générer des données TKIP non valides pour dépasser le seuil d'erreur MIC cible AP pour suspendre le service WLAN.	File2air, wnet dinject, LORCON
802.1X EAP-Start Flood	Inondant un AP pour consommer des ressources ou bloquer la cible.	QACafe, File2air, libradiate
802.1X EAP-Failure	En observant un échange EAP 802.1X valide, puis en envoyant à la station un message falsifié.	QACafe, File2air, libradiate
802.1X EAP-of-Death	Envoi d'une réponse d'identité EAP 802.1X mal formée connue pour provoquer une panne de certains points d'accès.	QACafe, File2air, libradiate
802.1X EAP Length Attacks	Envoi de messages spécifiques au type EAP avec des champs de longueur incorrecte pour tenter de bloquer un serveur AP ou RADIUS.	QACafe, File2air, libradiate

Les attaques réseaux (Les plus fréquentes)



Les attaques contre navigateurs

L'attaque par force brute est une méthode utilisée en cryptanalyse pour trouver un mot de passe ou une clé. Il s'agit de tester, une à une, toutes les combinaisons possibles.

Une attaque informatique ayant pour but de rendre indisponible un service

Les attaques contre Secure Sockets Layer (SSL) et Transport layer security (TLS)

DNS flood est un type d'attaque de déni de service distribué (DDoS) dans lequel l'attaquant cible un ou plusieurs serveurs DNS (Domain Name System) appartenant à une zone donnée, ce qui tente d'entraver la résolution des enregistrements de ressources de cette zone et de ses sous-zones .

Les pirates utilisent les programmes de backdoor pour accéder au réseau de la victime.

Les attaques de l'accès physique

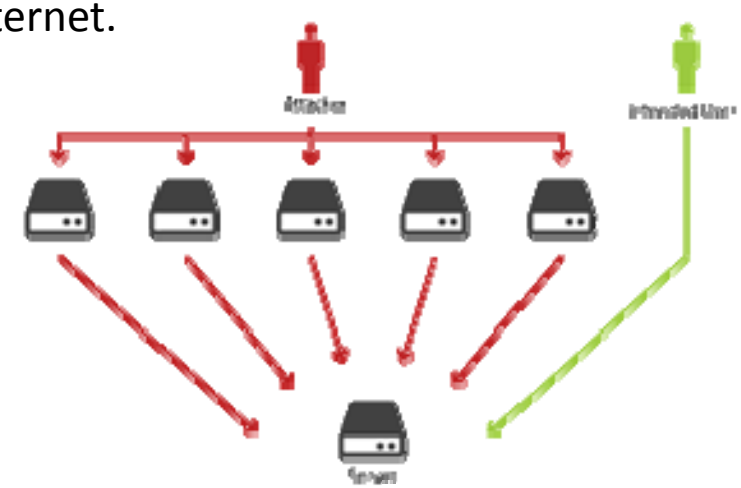
Il s'agit d'un cas où l'attaquant à accès aux locaux, éventuellement même aux machines :

- Coupure de l'électricité
- Extinction manuelle de l'ordinateur
- Ouverture du boîtier de l'ordinateur et vol de disque dur
- Ecoute du trafic sur le réseau

Les attaques DoS

Une attaque par déni de service (en anglais, denial of service attack [DoS] ou distributed denial of service attack [DDoS]) est une attaque informatique ayant pour but de rendre indisponible un service, d'empêcher les utilisateurs légitimes d'un service de l'utiliser. Il peut s'agir de :

- l'inondation d'un réseau afin d'empêcher son fonctionnement ;
- la perturbation des connexions entre deux machines, empêchant l'accès à un service particulier ;
- l'obstruction d'accès à un service à une personne en particulier ;
- également le fait d'envoyer des milliards d'octets à une box internet.



Historique sur les attaques DoS

- La première attaque DDoS officielle a eu lieu en août 1999 : un outil appelé « Trinoo DDO » a été déployé dans au moins 227 systèmes, dont 114 étaient sur Internet, pour inonder les serveurs de l'université du Minnesota. À la suite de cette attaque, l'accès internet de l'université est resté bloqué pendant plus de deux jours.
- La première attaque DDoS médiatisée dans la presse grand public a eu lieu en février 2000, causée par Michael Calce, mieux connu sous le nom de Mafiaboy. Le 7 février, Yahoo! a été victime d'une attaque DDoS qui a rendu son portail Internet inaccessible pendant trois heures. Le 8 février, Amazon.com, Buy.com, CNN et eBay ont été touchés par des attaques DDoS qui ont provoqué soit l'arrêt soit un fort ralentissement de leur fonctionnement. Le 9 février, E-Trade et ZDNet ont à leur tour été victimes d'attaques DDoS. (il n'était âgé que de 15 ans)

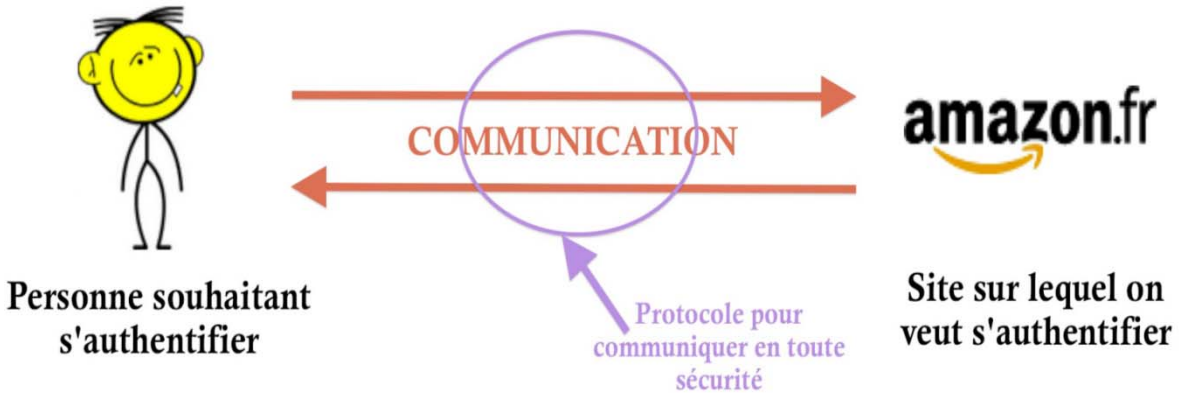
- …. Aujourdhui, c'est par tout…

Pourquoi les protocoles de sécurité ?

- **Sur internet (paiement en ligne, envoi de mots de passe, ...), ou encore quand on utilise une carte bancaire, on a besoin de :**
    - Établir une communication sécurisée entre 2 individus - **Sécurité**
    - Être sûr de communiquer avec la bonne personne, et pas un intrus voulant voler des informations (comme le mot de passe) - **Authentification**
    - Être sûr que les données ne sont pas modifiées en cours de route - **Intégrité**

Qu’est-ce qu’un protocole de sécurité ?

- Ensemble de règles régissant le comportement d'individus pour répondre aux besoins d’une application (paiement en ligne, vote électronique, authentification d’individus, etc)

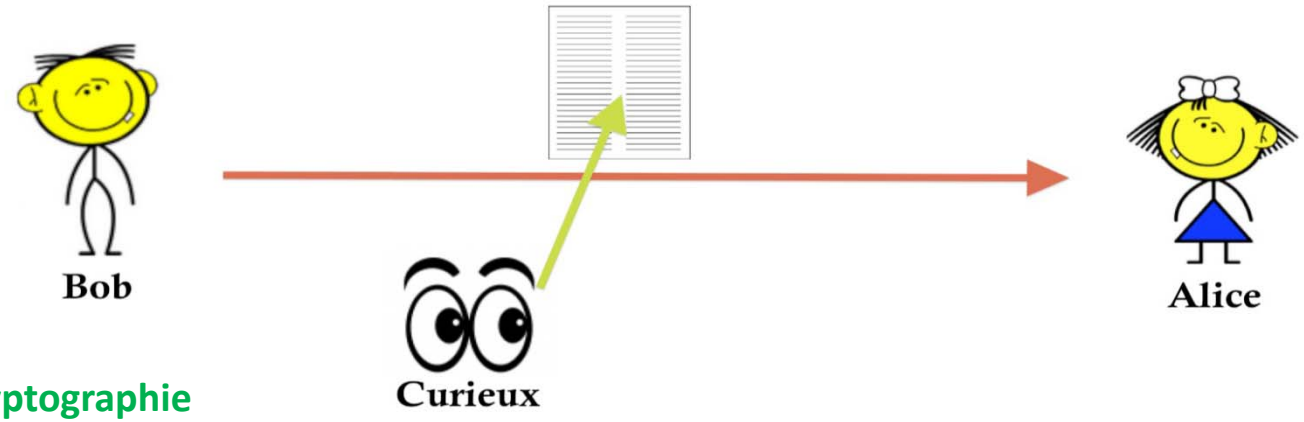


L'utilisation des protocoles est transparente pour l'utilisateur

Sécuriser les messages

- Communication entre 2 individus A et B --- **échange de messages ….**Besoin que ces messages soient chiffrés pour garantir leur confidentialité
- Exemple : Durant leurs cours, Alice et Bob, qui ne sont pas côte à côte dans la classe, communiquent en se faisant passer des petits mots.

Problème : n'importe qui peut lire le mot...



Utilisation de la cryptographie

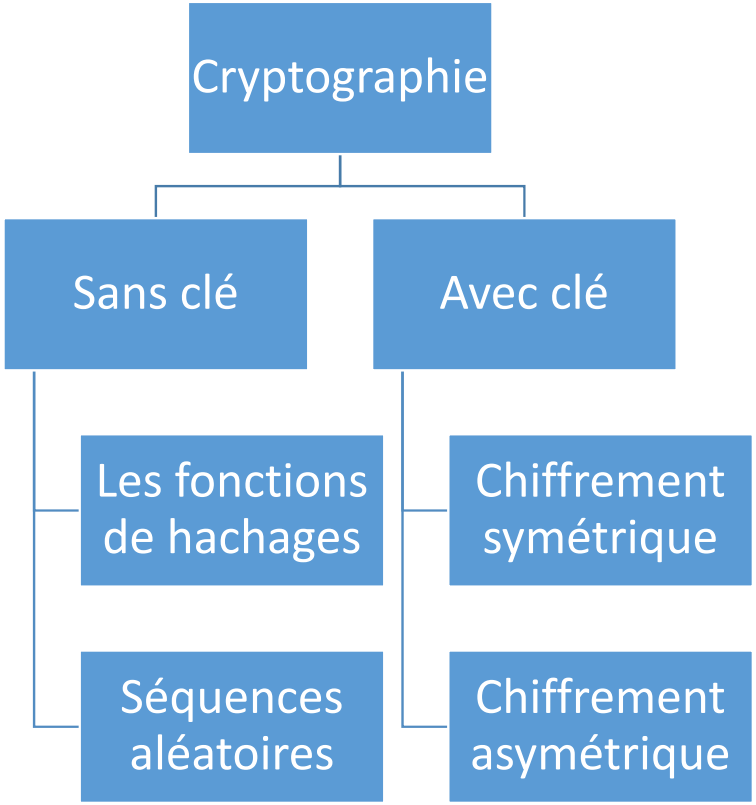
La cryptographie (1)

- Qu'est-ce que la cryptographie ? Un ensemble de méthodes permettant de chiffrer un message numérique, grâce à une clé.

Rend le message incompréhensible pour quiconque ne possédant pas la clé.

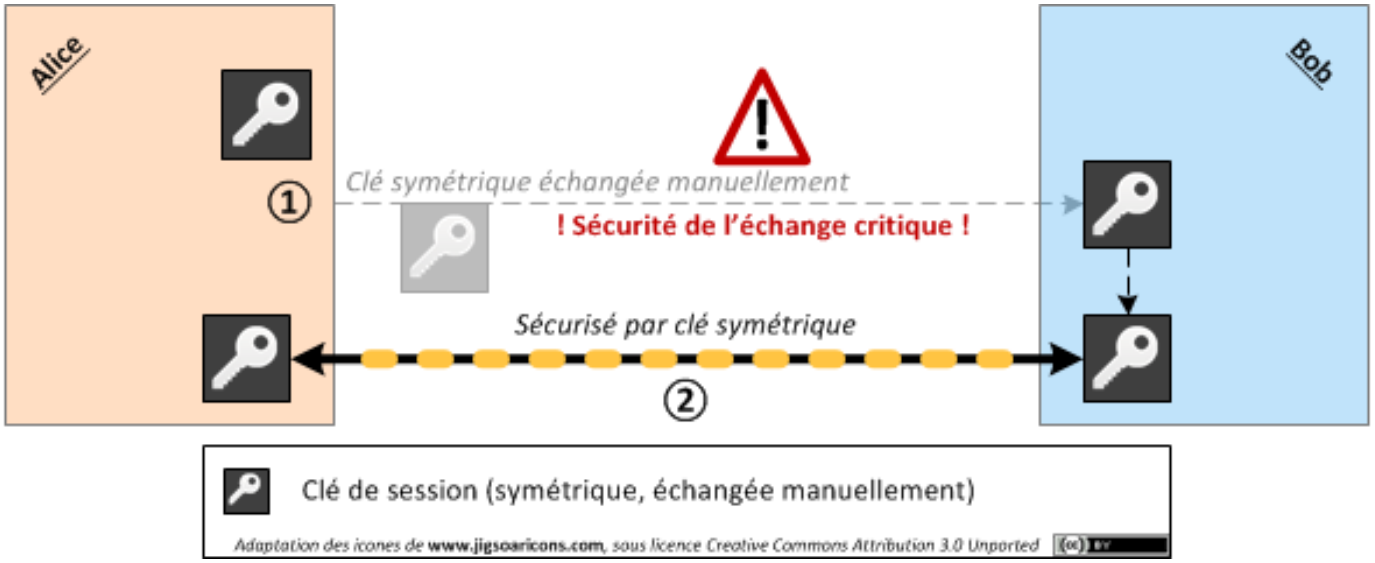
- Chiffrement symétrique : une seule clé partagée pour chiffrer et déchiffrer
- Chiffrement asymétrique : une clé pour chiffrer, une autre pour déchiffrer

La cryptographie (2)



- **Chiffrement symétrique :** chiffrement plus rapide, mais nécessite de se "rencontrer" pour pourvoir s'échanger la clé commune.
- **Chiffrement asymétrique :** algorithmes de cryptages plus complexes, donc plus lent, mais communication sans échange préalable de clé.
- Les fonctions de hachage sont généralement utilisées pour garantir l'intégrité.

Chiffrement symétrique



La clé doit être échangée à un moment donné. Et cet échange peut être intercepté, rendant le chiffrement inutile…
La clé est définie par un des participants, et n'est pas renouvelée automatiquement, la rendant plus vulnérable à des attaques par dictionnaire, par exemple.

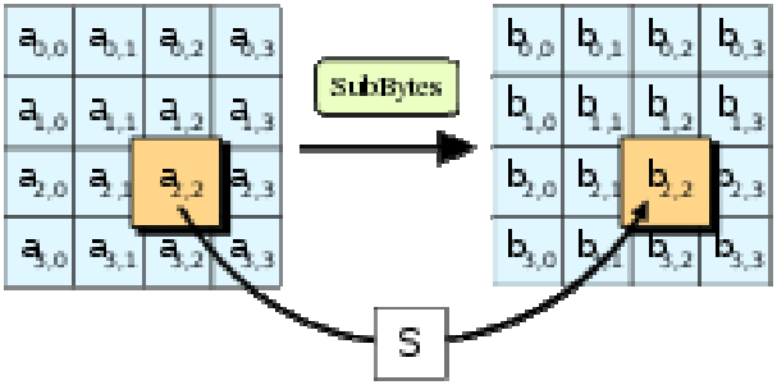
Source : https://www.nexcom.fr/

Liste d'algorithme symétrique

- AES
- Blowfish
- DES, Triple DES
- Serpent
- Twofish

Liste d'algorithme symétrique (AES)

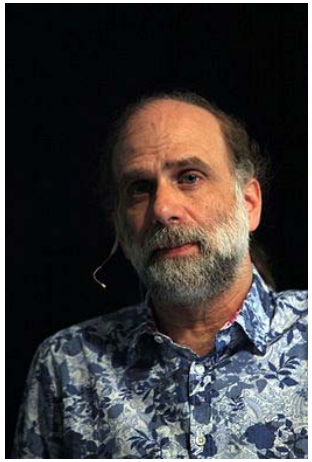
- Advanced Encryption Standard ou AES, aussi connu sous le nom de Rijndael, est un algorithme de chiffrement symétrique.
- Il remporta en octobre 2000 le concours AES, lancé en 1997 par le NIST et devint le nouveau standard de chiffrement pour les organisations du gouvernement des États-Unis.
- Il a été approuvé par la NSA (National Security Agency) dans sa liste des algorithmes cryptographiques. Il est actuellement le plus utilisé et le plus sûr.
- L'algorithme prend en entrée un bloc de 128 bits (16 octets), la clé fait 128, 192 ou 256 bits. Les 16 octets en entrée sont permutés selon une table définie au préalable. Ces octets sont ensuite placés dans une matrice de 4x4 éléments et ses lignes subissent une rotation vers la droite.



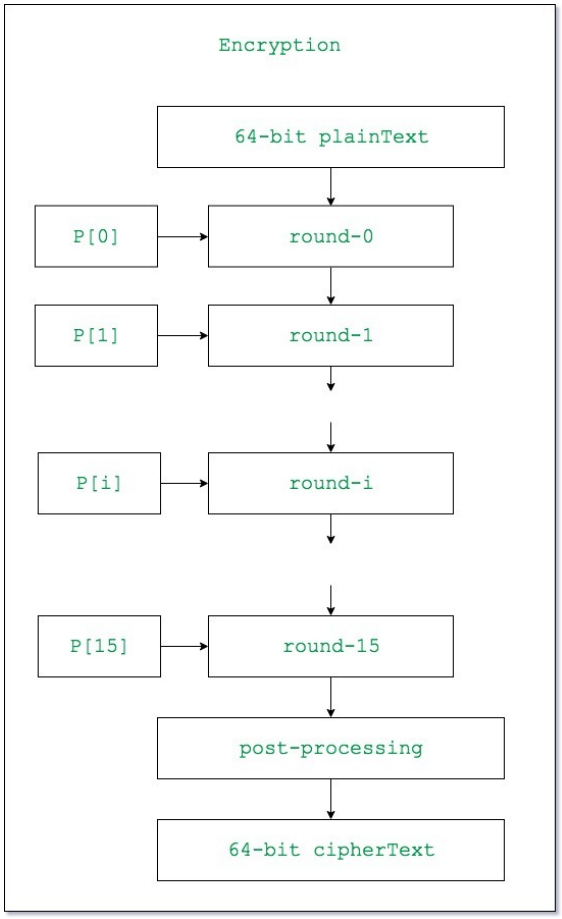
Vincent Rijmen (un cryptologue belge)

Liste d'algorithme symétrique (Blowfish)

- Blowfish utilise une taille de bloc de 64 bits et la clé, de longueur variable, peut aller de 32 à 448 bits avec 16 permutation.

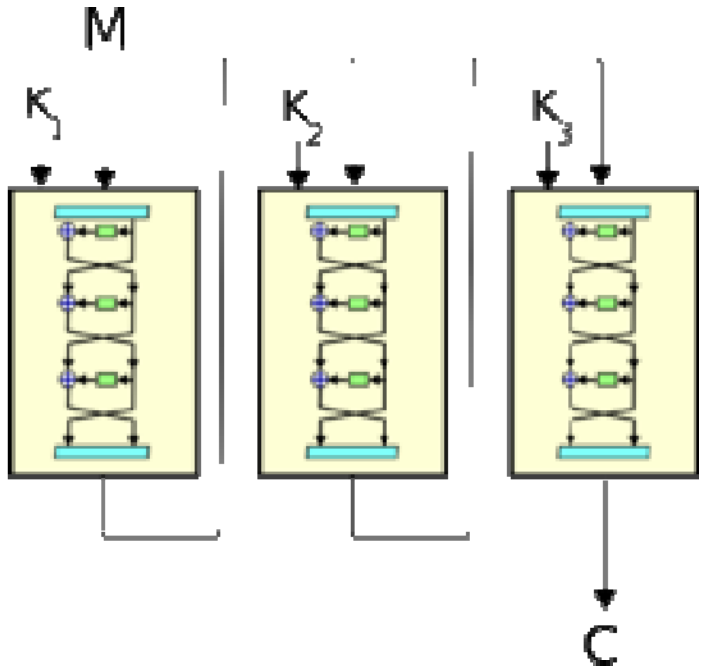


Bruce Schneier
Un cryptologue américain



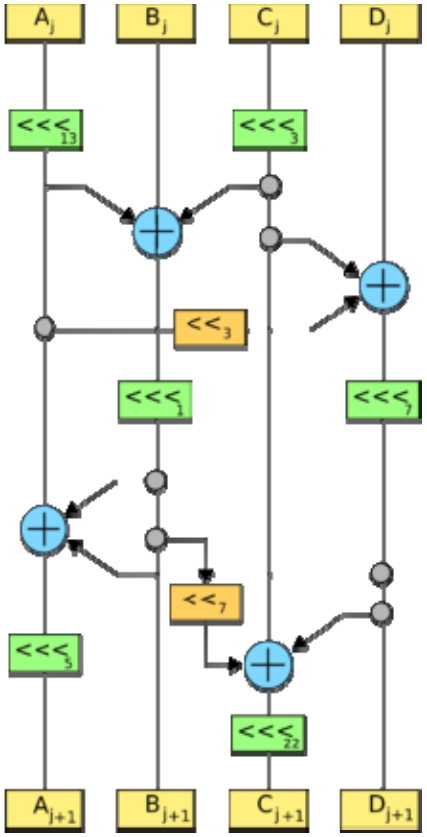
Liste d'algorithme symétrique (DES)

- Le Data Encryption Standard (DES) est un algorithme de chiffrement symétrique (chiffrement par bloc) utilisant des clés de 56 bits.
- Son emploi n'est plus recommandé aujourd'hui, du fait de sa lenteur à l'exécution et de son espace de clés trop petit.
- Quand il est encore utilisé c'est généralement en Triple DES, ce qui ne fait rien pour améliorer ses performances.
- DES a notamment été utilisé dans le système de mots de passe UNIX.
- L'algorithme initialement conçu par IBM utilisait une clé de 112 bits. L'intervention de la NSA a ramené la taille de clé à 56 bits.
- De nos jours, le Triple DES reste très répandu, et le DES « simple » ne subsiste que dans d'anciennes applications. Le standard DES a été remplacé en 2001 par l'AES (Advanced Encryption Standard).



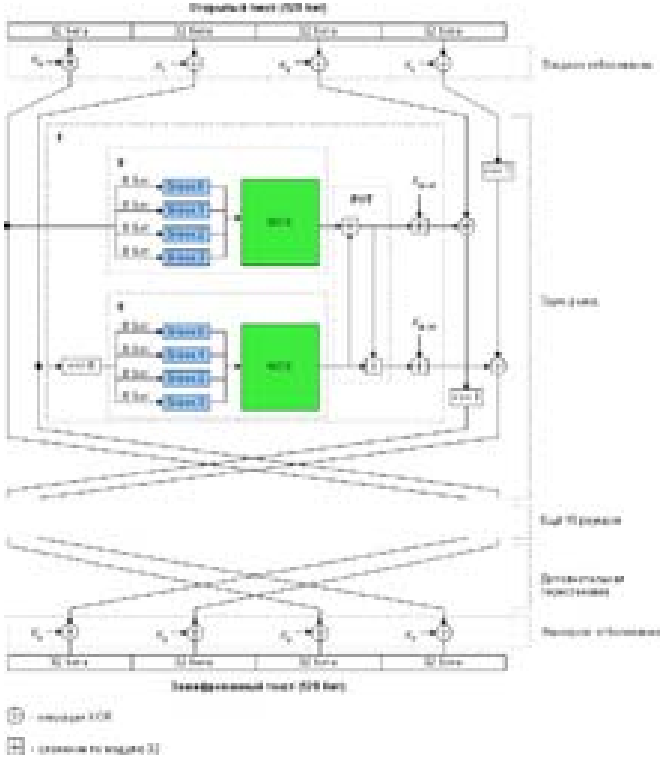
Liste d'algorithme symétrique (Serpent)

- Serpent est un algorithme de chiffrement par bloc finaliste pour le concours AES.
- Serpent a été conçu par Ross J. Anderson, Eli Biham et Lars Knudsen.
- Tout comme les autres candidats pour AES, Serpent a une taille de bloc de 128 bits et supporte des clés de 128, 192 ou 256 bits, mais également d'autres longueurs inférieures (multiple de 8 bits).
- L'algorithme comporte 32 tours d'un réseau de substitution-permutation opérant sur quatre mots de 32 bits.
- Chaque tour utilise 32 copies de la même S-Box de 16x16 éléments, il y a 8 S-Boxes en tout qui sont utilisées chacune tous les 8 tours.

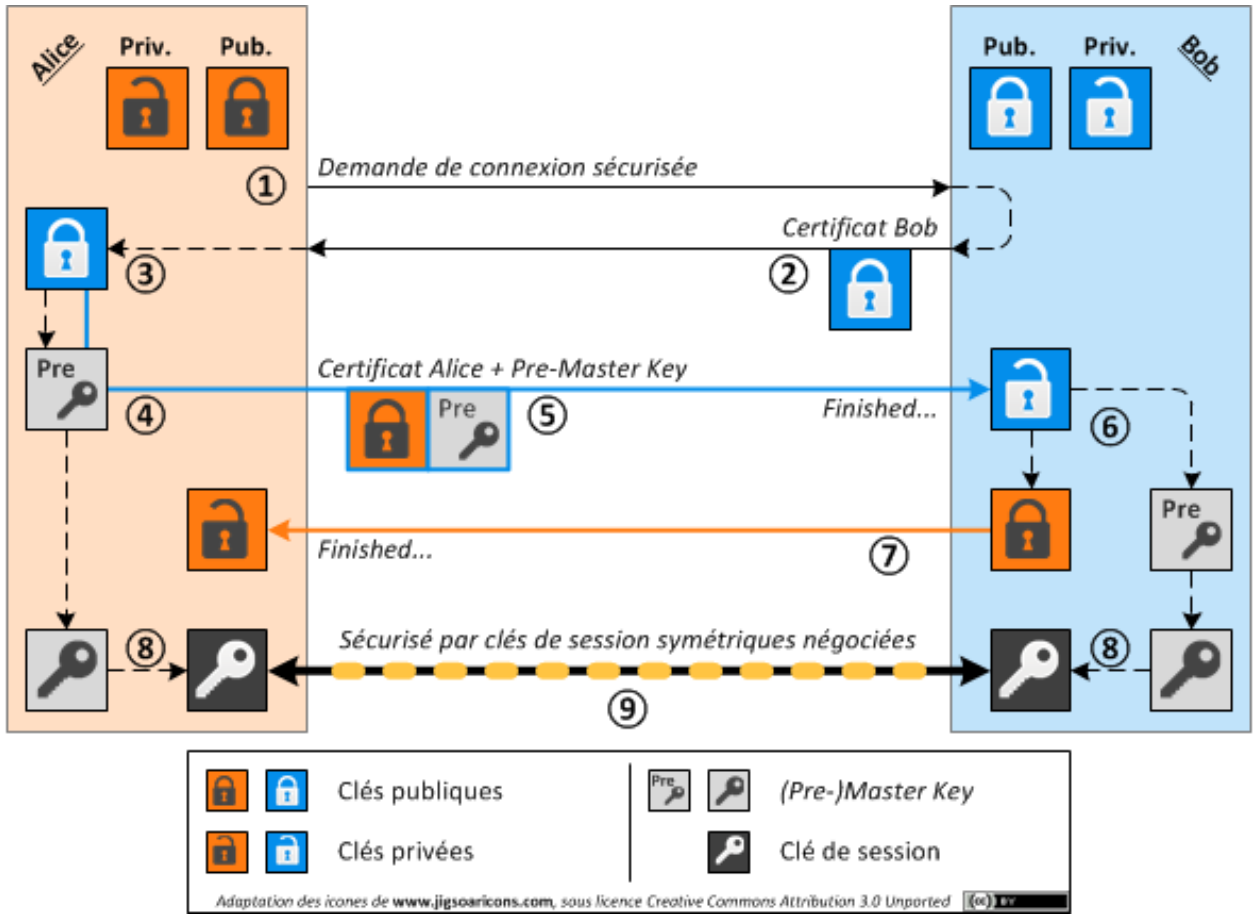


Liste d'algorithme symétrique (Twofish)

- Twofish est un algorithme de chiffrement symétrique par bloc inventé et analysé par Bruce Schneier, Niels Ferguson, John Kelsey, Doug Whiting, David Wagner et Chris Hall.
- Il chiffre des blocs de 128 bits avec une clé de 128, 192 ou 256 bits.
- Twofish était l'un des cinq finalistes du concours AES mais il n'a pas été sélectionné pour le standard. Il reprend en partie des concepts présents dans le populaire Blowfish, du même auteur.



Chiffrement asymétrique et hybride



1- Alice demande une connexion sécurisée avec Bob.
2- Bob transmet, de manière non sécurisée, son certificat, à savoir sa clé publique.
3- Alice récupère la clé publique de Bob et authentifie celui-ci. La connexion est refusée si cette identité ne peut être vérifiée.
4- Alice génère une Pre-Master Key. Cette clé ainsi que la clé publique d'Alice sont transmises à Bob. Le secret de la Pre-Master Key doit être préservé pour assurer l'efficacité de la méthode.
5- Alice possédant la clé publique de Bob, elle l'utilise pour chiffrer son message.
6- A la réception du message chiffré, Bob utilise sa clé privée pour déchiffrer le message, chiffré avec sa clé publique par Alice. Il en extrait deux éléments : la clé publique d'Alice et, encore plus important, la Pre-Master Key.
7- Bob authentifie Alice à l'aide de sa clé publique. Si l'identité est vérifiée correctement, la négociation est terminée. Ce message peut être transmis de manière sécurisée grâce à la clé publique d'Alice. Celle-ci utilise alors sa clé privée pour décoder le message.
8- Dans le même temps, les deux parties génèrent la même clé maître (Master Key) finale via des procédés cryptographiques. De cette clé, ils peuvent en déduire une clé de session identique (et donc symétrique). Cette clé est régénérée régulièrement afin d'éviter les problèmes inhérents aux clés symétriques.
9- Cette clé de session symétrique permet de chiffrer efficacement le trafic entre les deux entités, sans la surcharge imprimée par un chiffrement asymétrique.

Source : https://www.nexcom.fr/

Liste d'algorithme asymétrique

- RSA
- Elliptic Curve Cryptography
- ElGamal

Liste d'algorithme symétrique (RSA)

- Le chiffrement RSA (nommé par les initiales de ses trois inventeurs) est un algorithme de cryptographie asymétrique, très utilisé dans le commerce électronique, et plus généralement pour échanger des données confidentielles sur Internet.
- il utilise une paire de clés (des nombres entiers) composée d'une clé publique pour chiffrer et d'une clé privée pour déchiffrer des données confidentielles.

Ronald Rivest

Leonard Adleman

Adi Shamir

Liste d'algorithme symétrique (RSA)
1. Création des clés

- L'étape de création des clés est à la charge d'Alice. Elle n'intervient pas à chaque chiffrement car les clés peuvent être réutilisées. La difficulté première, que ne règle pas le chiffrement, est que Bob soit bien certain que la clé publique qu'il détient est celle d'Alice. Le renouvellement des clés n'intervient que si la clé privée est compromise, ou par précaution au bout d'un certain temps (qui peut se compter en années).

- Choisir p et q, deux nombres premiers distincts ;
- calculer leur produit n = pq, appelé module de chiffrement ;
- calculer $\phi(n) = (p - 1)(q - 1)$ (c'est la valeur de l'indicatrice d'Euler en n) ;
- choisir un entier naturel e premier avec $\phi(n)$ et strictement inférieur à $\phi(n)$, appelé exposant de chiffrement ;
- calculer l'entier naturel d, inverse de e modulo $\phi(n)$, et strictement inférieur à $\phi(n)$, appelé exposant de déchiffrement ; d peut se calculer efficacement par l'algorithme d'Euclide étendu.

Ronald Rivest

Adi Shamir

Leonard Adleman

Liste d'algorithme symétrique (RSA)
2. Chiffrement du message

- Si M est un entier naturel strictement inférieur à n représentant un message, alors le message chiffré sera représenté par

$$C \equiv M^e \pmod{n}$$

Ronald Rivest

Adi Shamir

Leonard Adleman

Liste d'algorithme symétrique (RSA)
3. Déchiffrement du message

- Pour déchiffrer C, on utilise d, l'inverse de e modulo (p – 1)(q – 1), et l'on retrouve le message clair M par

$$M \equiv C^d \pmod{n}$$

Ronald Rivest

Adi Shamir

Leonard Adleman

Rappel

$$a \bmod n = a - (\lfloor a/n \rfloor \times n)$$

Liste d'algorithme symétrique (RSA) Exemple

- Un exemple avec de petits nombres premiers (en pratique il faut de très grands nombres premiers) :
- on choisit deux nombres premiers $p = 3$, $q = 11$;
- leur produit $n = 3 \times 11 = 33$ est le module de chiffrement ;
- $\phi(n) = (3 - 1) \times (11 - 1) = 2 \times 10 = 20$;
- on choisit $e = 3$ (premier avec 20) comme exposant de chiffrement ;
- l'exposant de déchiffrement est $d = 7$, l'inverse de 3 modulo 20 (en effet $ed = 3 \times 7 \equiv 1 \bmod 20$).
- La clé publique d'Alice est $(n, e) = (33, 3)$, et sa clé privée est $(n, d) = (33, 7)$. Bob transmet un message à Alice.
- Chiffrement de $M = 4$ par Bob avec la *clé publique* d'Alice : $4^3 \equiv 31 \bmod 33$, le chiffré est $C = 31$ que Bob transmet à Alice ;
- Déchiffrement de $C = 31$ par Alice avec sa *clé privée* : $31^7 \equiv 4 \bmod 33$, Alice retrouve le message initial $M = 4$.

Ronald Rivest

Adi Shamir

Leonard Adleman

Cryptographie à clé mixte

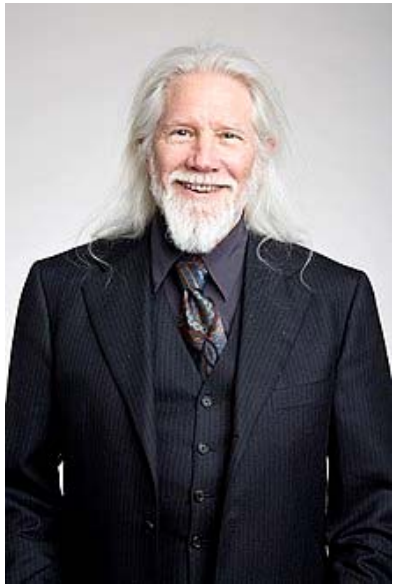
- Fait appel aux 2 techniques à clé symétrique et à clé publique et combine les avantages des deux tout en évitant leurs inconvénients.
- Le principe général de la cryptographie à clé mixte
  - chiffrement des données avec des clés symétriques
  - envoi de la clé symétrique par un algorithme à clé publique.

Cryptographie à clé mixte

- Principe des clés de session :
  - Génération aléatoire d'une clé de session de taille raisonnable.
  - Chiffrement de cette clé à l'aide de la clé publique du destinataire. (Le destinataire est en mesure de déchiffrer la clé de session à l'aide de sa clé privée.)
  - Ainsi, expéditeur et destinataire sont en possession d'une clé commune dont ils sont seuls connaisseurs.
  - Il leur est alors possible de s'envoyer des documents chiffrés à l'aide d'un algorithme de chiffrement symétrique.

Cryptographie à clé mixte

- Algorithme de Diffie-Hellman
  - Mis au point en 1976 afin de permettre l'échange de clés à travers un canal non sécurisé.
  - Cet algorithme est sensible à l'attaque « *Man in the middle* »
    - RFC 2631 - Diffie-Hellman Key Agreement Method
    - RFC 2875 - Diffie-Hellman Proof-of-Possession Algorithms



Whitfield 'Whit' Diffie

New Directions in Cryptography

Invited Paper

WHITFIELD DIFFIE AND MARTIN E. HELLMAN, MEMBER, IEEE

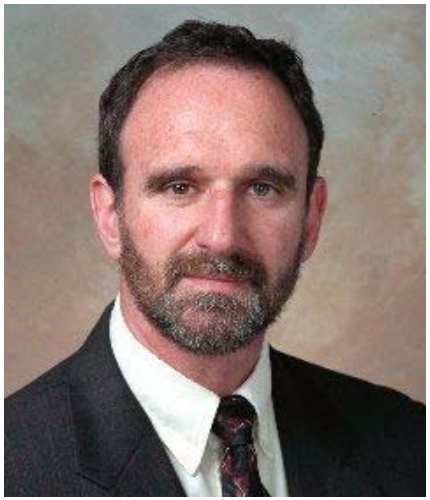
***Abstract*—Two kinds of contemporary developments in cryptography are examined. Widening applications of teleprocessing have given rise to a need for new types of cryptographic systems, which minimize the need for secure key distribution channels and supply the equivalent of a written signature. This paper suggests ways to solve these currently open problems. It also discusses how the theories of communication and computation are beginning to provide the tools to solve cryptographic problems of long standing.**

I. Introduction

WE STAND TODAY on the brink of a revolution in cryptography. The development of cheap digital hardware has freed it from the design limitations of mechanical computing and brought the cost of high grade

The best known cryptographic problem is that of privacy: preventing the unauthorized extraction of information from communications over an insecure channel. In order to use cryptography to insure privacy, however, it is currently necessary for the communicating parties to share a key which is known to no one else. This is done by sending the key in advance over some secure channel such as private courier or registered mail. A private conversation between two people with no prior acquaintance is a common occurrence in business, however, and it is unrealistic to expect initial business contacts to be postponed long enough for keys to be transmitted by some physical means. The cost and delay imposed by this key distribution problem is a major barrier to the transfer of business communications to large teleprocessing networks.

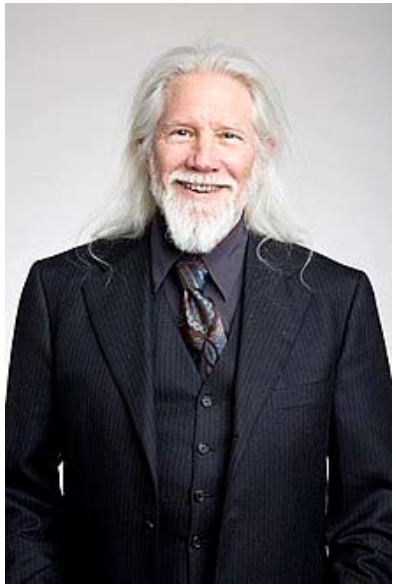
Section III proposes two approaches to transmitting



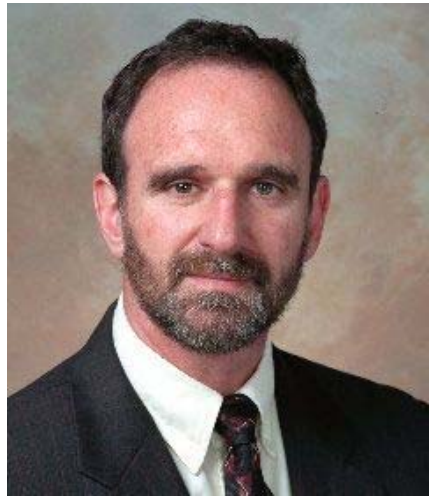
Martin Hellman

Cryptographie à clé mixte

1. Alice et Bob ont choisi un groupe fini (soit un corps fini, dont ils n'utilisent que la multiplication, soit une courbe elliptique) et un générateur g de ce groupe;
2. Alice choisit un nombre au hasard a, élève g à la puissance a, et dit à Bob g^a (calculé dans le groupe ; si par exemple ils travaillent dans le corps fini **Z**/p**Z**, ils échangeront les nombres modulo p, comme montré dans l'exemple ci-dessous), c'est-à-dire le nombre A;
3. Bob fait de même avec le nombre b: il transmet le nombre B = g à la puissance b modulo p;
4. Alice, en élevant le nombre B reçu de Bob à la puissance a, obtient g^{ba} (toujours calculé modulo p par exemple).
5. Bob fait le calcul analogue avec le A reçu d'Alice et obtient g^{ab}, qui est le même résultat.
6. Mais puisqu'il est difficile d'inverser l'exponentiation dans un corps fini (ou sur une courbe elliptique), c'est-à-dire de calculer le logarithme discret, Ève ne peut pas découvrir, donc ne peut pas calculer g^{ab} [mod p] ;
7. Finalement, Alice et Bob connaissent donc tous les deux le nombre g^{ab} [mod p] dont Ève n'a pas connaissance.

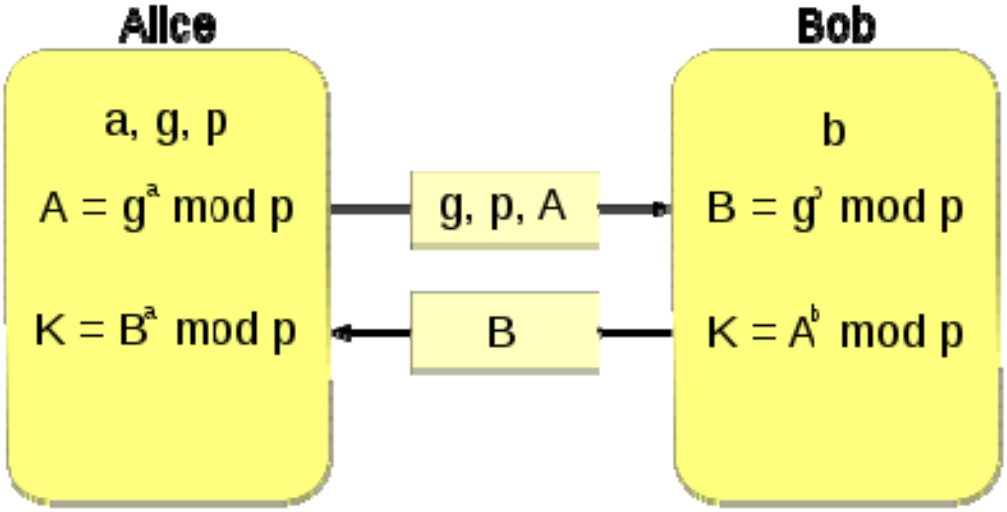


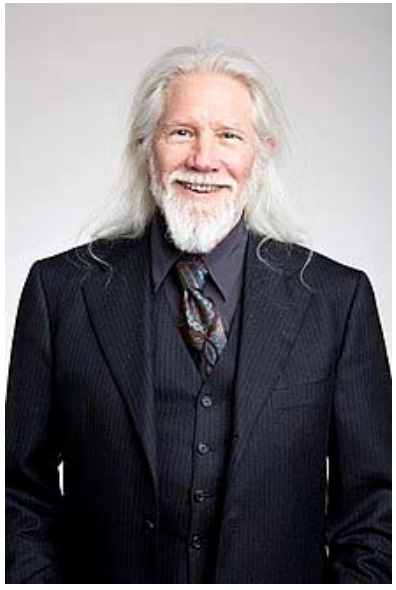
Whitfield 'Whit' Diffie



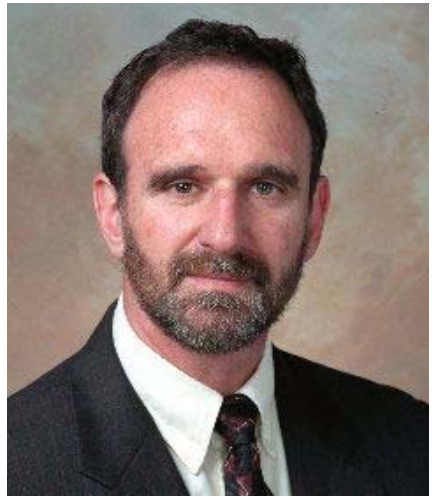
Martin Hellman

Cryptographie à clé mixte





Whitfield 'Whit' Diffie



Martin Hellman

Cryptographie à clé mixte

Alice et Bob ont choisi un nombre premier p et une base g. Dans notre exemple, p=23 et g=5

Alice choisit un nombre secret a=6

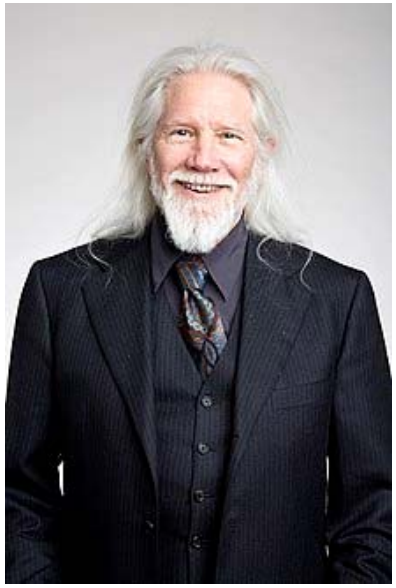
Elle envoie à Bob la valeur $A = g^a$ [mod p] = 5^6 [23] = 8

Bob choisit à son tour un nombre secret b=15

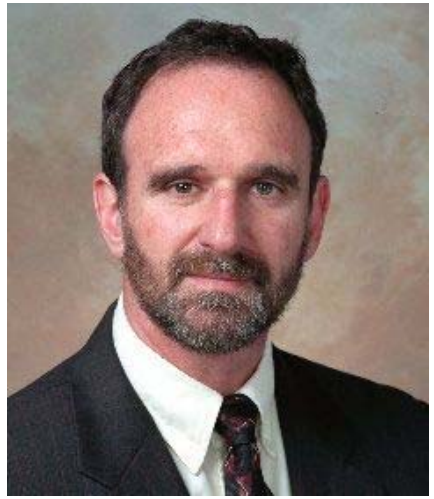
Bob envoie à Alice la valeur $B = g^b$ [mod p] = 5^{15} [23] = 19

Alice peut maintenant calculer la clé secrète : B^a [mod p] = 19^6 [23] = 2

Bob fait de même et obtient la même clé qu'Alice : A^b [mod p] = 8^{15} [23] = 2



Whitfield 'Whit' Diffie



Martin Hellman

Authenticité de l'expéditeur

- Comment garantir l'authenticité de l'expéditeur (fonction d'*authentification*) et de vérifier l'intégrité du message reçu ?

- La signature électronique permet d'identifier et d'authentifier l'expéditeur des données tout en vérifiant l'intégrité des données pour certaines méthodes.

Signature électronique

- Signature à clés publiques :
  - Principe entre un expéditeur A et un destinataire B avec 2 couples de clés clé publique/privée A (PA, SA) et B (PB, SB) :

Phase d'envoi

A code son message avec sa clé secrète : SA (m)

puis avec la clé publique de B : PB (SA(m)) et l'envoie à B.

Phase de réception

B décode avec sa clé privé :

SB (PB (SA (m))) = SA (m) Sécurité de l'envoi

Puis avec la clé publique de A, il décode m :

PA(SA(m)) = m Certification de A grâce à sa SA

Fonctionnement lent, utilisation de deux paires de clés et il n'y a pas de contrôle d'intégrité des données.

Signature avec hachage

- Le hachage consiste à calculer un résumé très petit du message.
  - Le résumé (appelé digest ou haché)
    - ne doit pas permettre de reconstituer le texte initial s'il est pris tout seul,
    - doit être sensible (toute modification du message provoque une modification du résumé).
  - Cette méthode
    - permet de s'assurer de l'intégrité du message.
    - couplée à la cryptographie à clé publique permet aussi l'authentification de l'expéditeur.

Signature avec hachage

phase d'envoi

- A calcule le résumé H(m) le code avec sa clé privé SA(H(m))
- A code avec la clé publique de B le message: PB(m)
- il les envoie à B : PB(m) et SA(H(m))

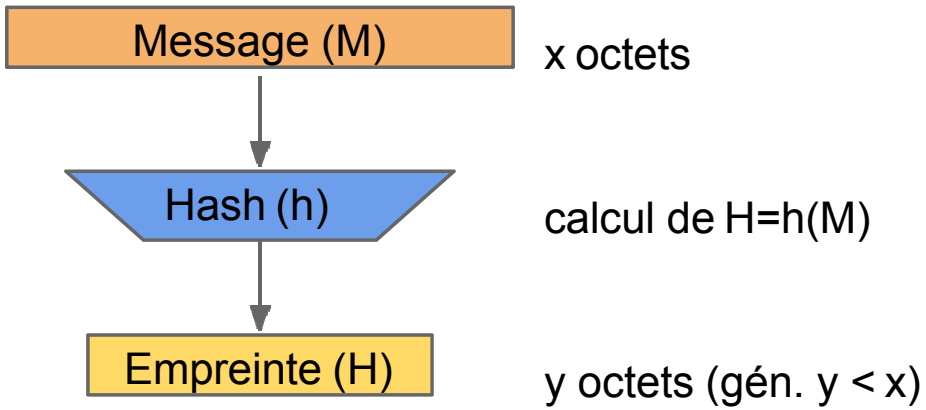
phase de réception

- B décode le message avec sa clé privée : SB (PB (m)) = m'
- B résume ce message H (m') et décode le résumé reçu avec la clé publique de A : PA (SA (H (m)))
- si H (m')= H (m) alors A est bien authentifié et le message est correct.

Fonctions de hachage

Principe général

- M peut avoir “n’importe quelle taille”:x (ex. SHA256: ~2M)
- H est d’une taille “fixée” à l’ avance: y
- Il n’y a pas de lien entre x et y: la taille de l’empreinte est indépendante de celle du message
- Le calcul de H=h(M) doit être “simple”, l’inverse doit être complexe (“impossible”)



Définitions

> *“Action de hacher.” (Larousse)*
>
> *“On nomme fonction de hachage une fonction particulière qui, à partir d'une donnée fournie en entrée, calcule une empreinte servant à identifier rapidement, bien qu'incomplètement, la donnée initiale.” (Wikipédia)*

Le résultat d’une fonction de hachage est appelé une empreinte ou un haché. On peut également trouver d’autres termes (condensé, condensat, ou somme de contrôle).

En anglais:

- hash function
- hash: empreinte (parfois aussi utilisé en français…)
- checksum: somme de contrôle

Propriétés

Une fonction de hachage est une fonction:

- **Unidirectionnelle**
  On peut facilement calculer une empreinte, mais l'inverse doit être difficile
- **Déterministe**
  Une entrée produit toujours la même sortie
- **Uniforme**
  Les sorties possibles sont distribuées de façon uniforme pour chaque entrée

On peut aussi parler de la propriété suivante (en dehors d'un contexte cryptographique):

- **Continuité**
  Deux messages proches doivent avoir une empreinte proche

Propriétés - cryptographie

En cryptographie, on parle de fonction de hachage cryptographique, ou cryptographiquement sûre. Dans ce cas, l'uniformité des sorties devient importante.

De plus, on cherche à avoir l'inverse de la continuité: pour un changement minime du message initial, on souhaite une modification importante de l' empreinte obtenue.

Par exemple, avec SHA-256:

- "Message de test" > `1e895a85dd70a21b11fa1be3be3061c9e0db5da8c7ffd16bbb8886c8987020e4`
- "message de test" > `23dd6f609f3bde93b4d9874561647bb73579fc42759544df670368c503afd3c6`
- M=01001101b
- m=01101101b

Propriétés - résistances

Lorsque l'on parle de fonction de hachage cryptographiquement sûre, on s' intéresse particulièrement à trois propriétés:

- Résistance de la première préimage
- Résistance de la seconde préimage
- Résistance aux collisions

On peut noter que ces propriétés s'appuient sur deux choses:

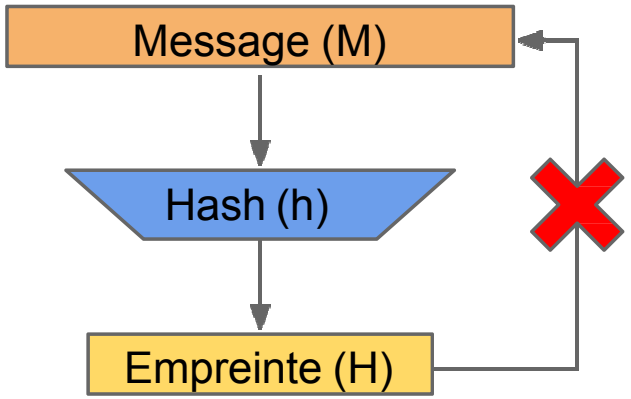
- La résistance de l'algorithme, qui ne doit pas exposer de défauts permettant de réduire ces résistances
- Les capacités de calculs, grâce auxquels une attaque "brutale" peut être réalisée

On peut donc parler d'estimation de durée de vie lorsque l'on parle d'algorithme cryptographiques...

Propriétés - résistances

Première préimage:

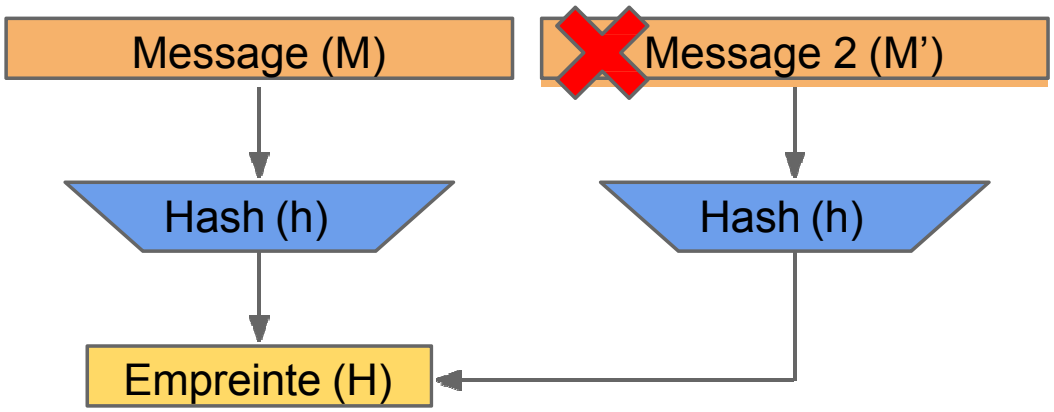
- Connaissant H, il est impossible de retrouver M tel que h(M)=H
- On parle également de fonction à sens unique



Propriétés - résistances

Seconde préimage:

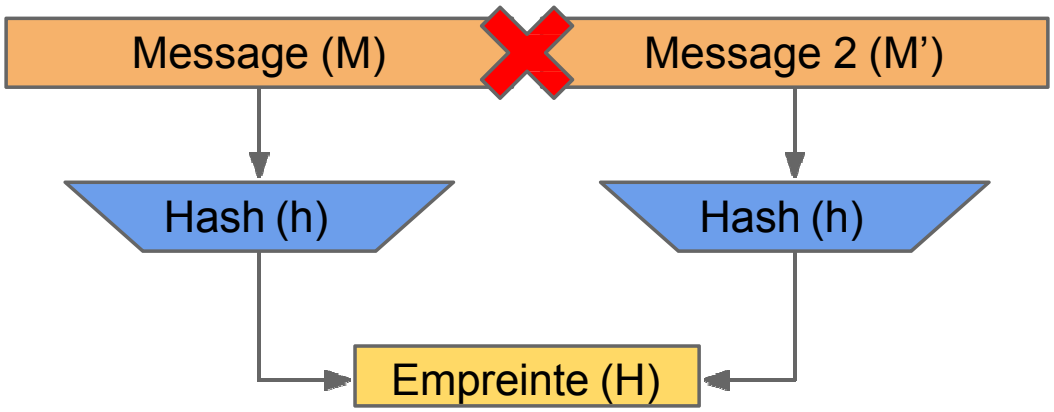
- Connaissant M (et H), il est impossible de trouver un message M' tel que h(M')=h(M) =H
- On parle aussi de résistance faible aux collisions



Propriétés - résistances

Résistance forte aux collisions:

- Il est très difficile de trouver deux messages M et M' ayant la même empreinte



Fonctionnement

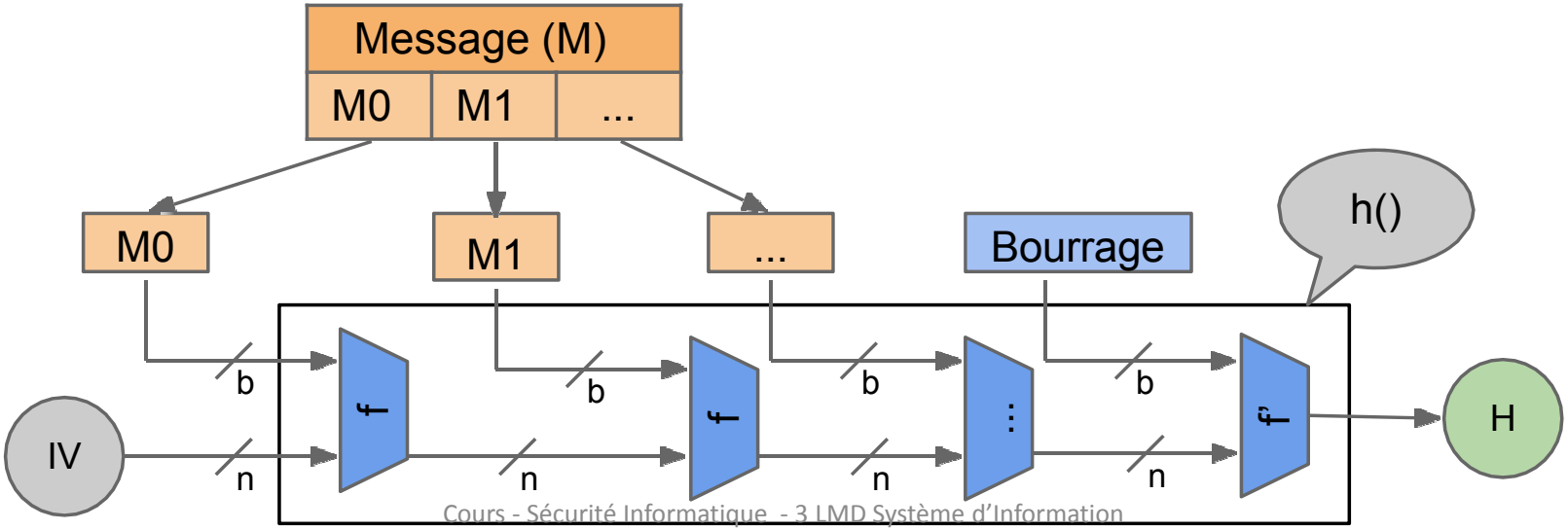
Les fonctions de hachage fonctionnent à peu près de la même façon que les chiffrements par blocs:

- On découpe le message initial en “blocs” sur lesquelles on opère séquentiellement.
- Au coeur d’une fonction de hachage se trouve une fonction de compression (f).
- Certaines fonctions de hachage peuvent se voir utilisées avec un IV (vecteur d’initialisation). Il peut être utilisé comme une clé pour des systèmes d’authentification.

Fonctionnement

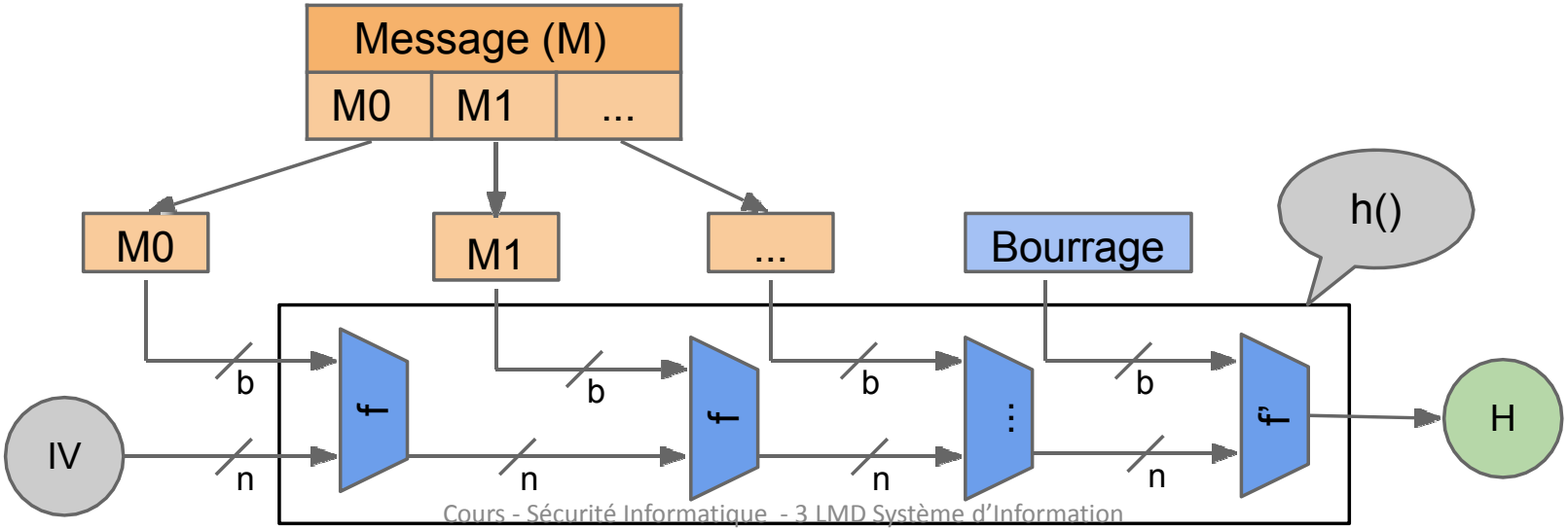
- f: fonction de compression
- b: taille de bloc pour l'entrée de la fonction de compression
- n: taille de l'état de la fonction de hachage
- Bourrage: donnée de fin ajoutée au message (optionnel)

Il s'agit de la construction de Merkle-Damgård.



Fonctionnement

- Pour certains algorithmes, n peut avoir la taille de H. Pour d'autre, n peut être différent (généralement plus grand)
- Le "bourrage" n'est pas toujours présent
- L'IV aussi est optionnel. On peut également utiliser un premier bloc, inséré avant le message, pour jouer un rôle similaire.
- f et f' peuvent être la même fonction, mais ce n'est pas toujours le cas



Algorithmes

Algorithmes de hachage:

- MD2, MD4, **MD5**, MD6
- RIPEMD
- SHA-0, SHA-1, **SHA-2**

Le “dernier” algorithme de hachage en cours de standardisation est SHA-3:

- Compétition du NIST, finalistes: BLAKE, Grøstl, JH, Keccak, Skein
- Le 2 octobre 2012: choix de **Keccak**
- C’est un choix “préventif”: SHA-2 est toujours considéré comme sûr. L’ objectif étant d’avoir un successeur “prèt”.
- Keccak est basé sur un fonctionnement interne différent de SHA-2

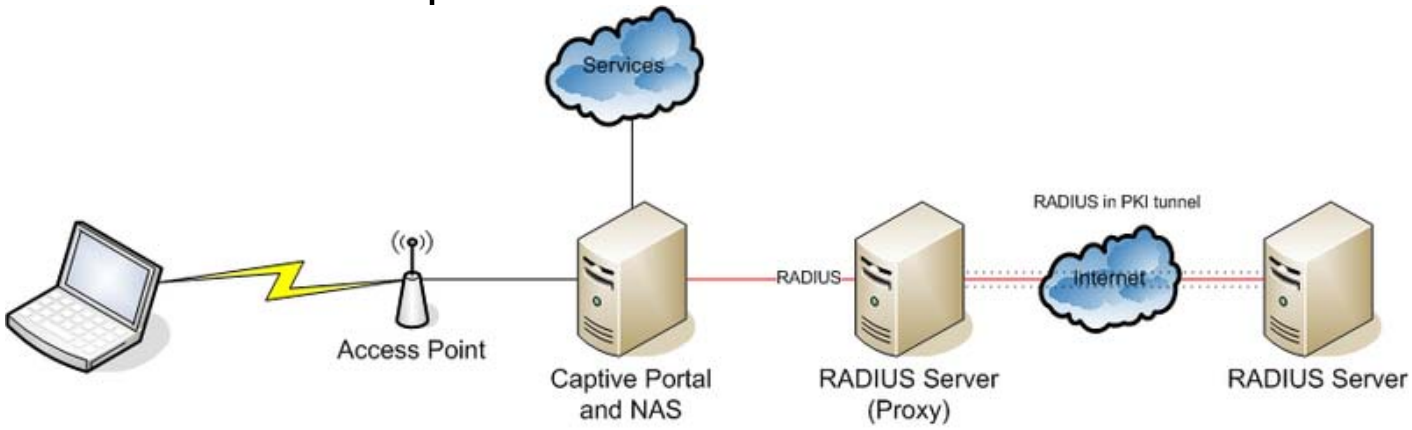
Les protocoles de sécurité

Protocole AAA

- En sécurité informatique, **AAA** correspond à un protocole qui réalise trois fonctions : l'authentification, l'autorisation, et la traçabilité.
- AAA est un modèle de sécurité implémenté dans certains routeurs Cisco mais que l'on peut également utiliser sur toute machine qui peut servir de NAS (Network Access Server), ou certains switches Alcatel.
- AAA est la base des protocoles de télécommunication Radius et Diameter qui sont notamment utilisés dans les réseaux mobiles UMTS et LTE pour authentifier et autoriser l'accès des terminaux mobiles au réseau.

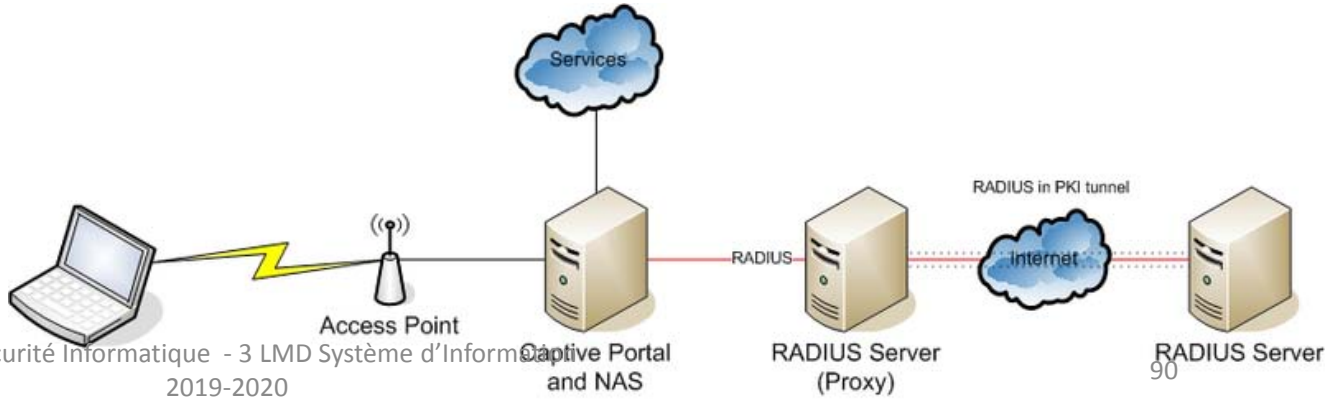
RADIUS - Principes généraux

- Protocole standard d'authentification, initialement mis au point par Livingston.
- Défini au sein des RFC 2865 et 2866.
- Fonctionnement basé sur un système client/serveur chargé de définir les accès d'utilisateurs distants à un réseau.
- Le protocole RADIUS permet de faire la liaison entre des besoins d'identification et une base d'utilisateurs en assurant le transport des données d'authentification de façon normalisée.



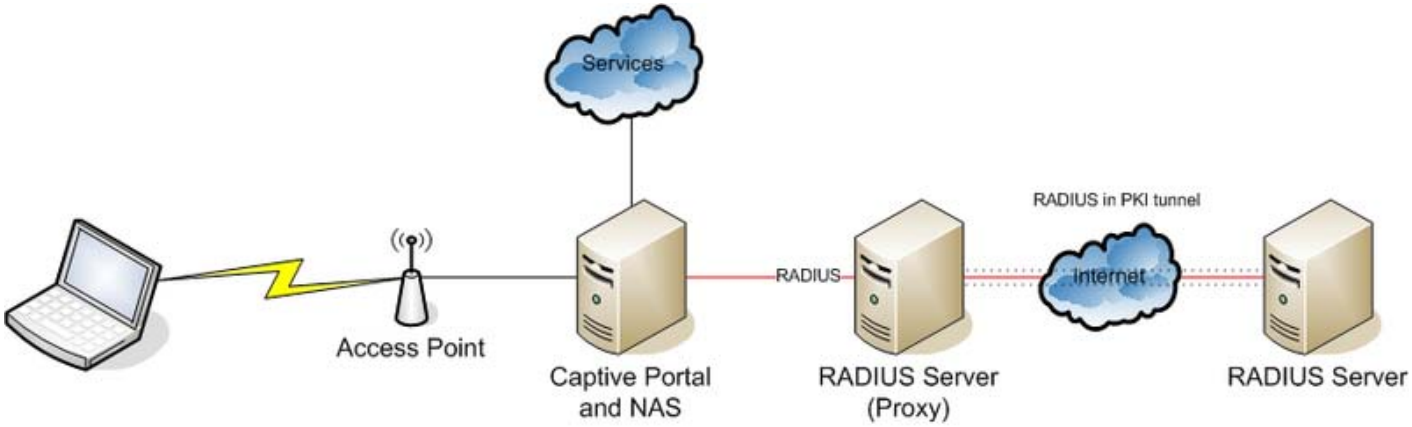
RADIUS - Scénario de fonctionnement (1/2)

- Un utilisateur envoie une requête au NAS afin d'autoriser une connexion à distance.
- Le NAS achemine la demande au serveur RADIUS.
- Le serveur RADIUS consulte sa base de données d'identification afin de connaître le type de scénario d'identification demandé pour l'utilisateur.
- Soit le scénario actuel convient, soit une autre méthode d'identification est demandée à l'utilisateur. Le serveur RADIUS retourne ainsi une des quatre réponses suivantes :
  - **ACCEPT** : l'identification a réussi.
  - **REJECT** : l'identification a échoué.
  - **CHALLENGE** : le serveur RADIUS souhaite des informationssupplémentaires de la part de l'utilisateur et propose un « défi ».



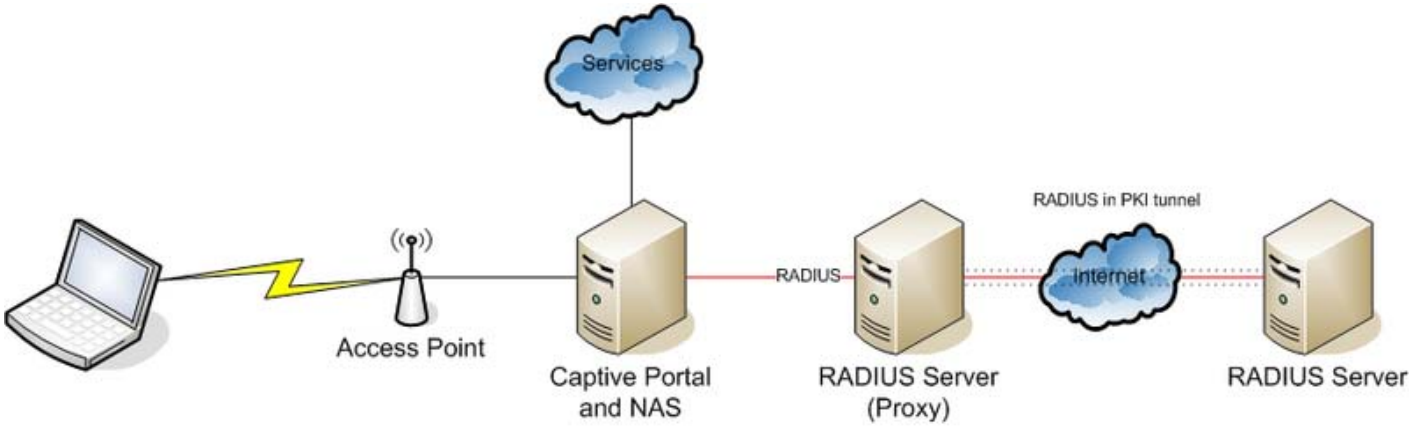
RADIUS - Scénario de fonctionnement (2/2)

- Une autre réponse est possible : **CHANGE PASSWORD** où le serveur RADIUS demande à l'utilisateur un nouveau mot de passe.
- Change-password est un attribut VSA (Vendor-Specific Attributes), c'est-à-dire qu'il est spécifique à un fournisseur.
- Suite à cette phase dit d'authentification, débute une phase d'autorisation où le serveur retourne les autorisations de l'utilisateur.

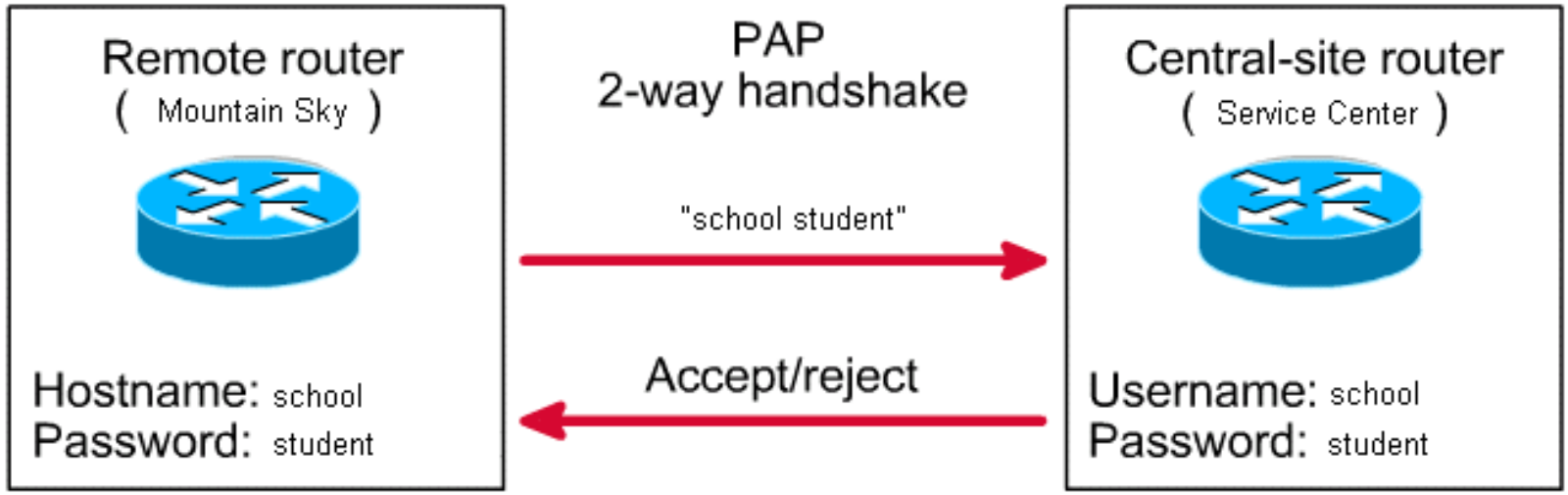


RADIUS - Protocoles de mots de passe

- RADIUS connaît nativement deux protocoles de mots de passe :
  - ***PAP (échange en clair du nom et du mot de passe),***
  - ***CHAP (échange basé sur un hachage de part et d'autre avec échange seulement du 'challenge').***
- Le protocole prévoit deux attributs séparés : User Password et CHAP-Password.

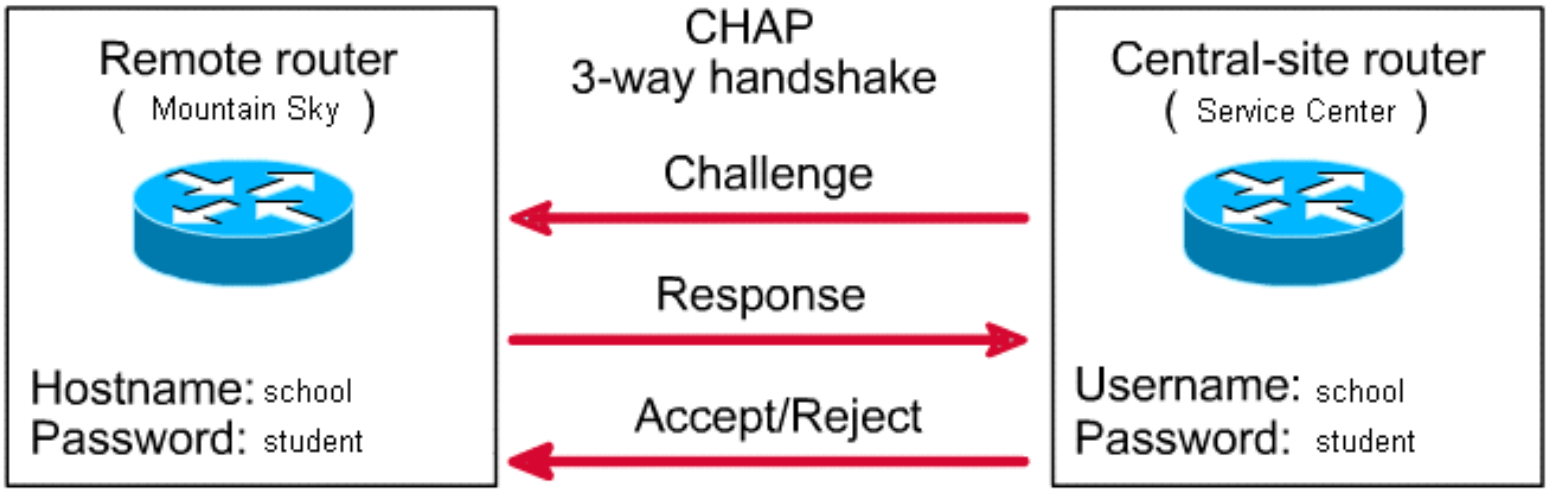


RADIUS - Protocoles de mots de passe Password Authentication Protocol (PAP)



Point-to-Point Protocol (PPP)

RADIUS - Protocoles de mots de passe Challenge-Handshake Authentication Protocol



(CHAP) est un protocole d'authentification pour PPP à base de challenge

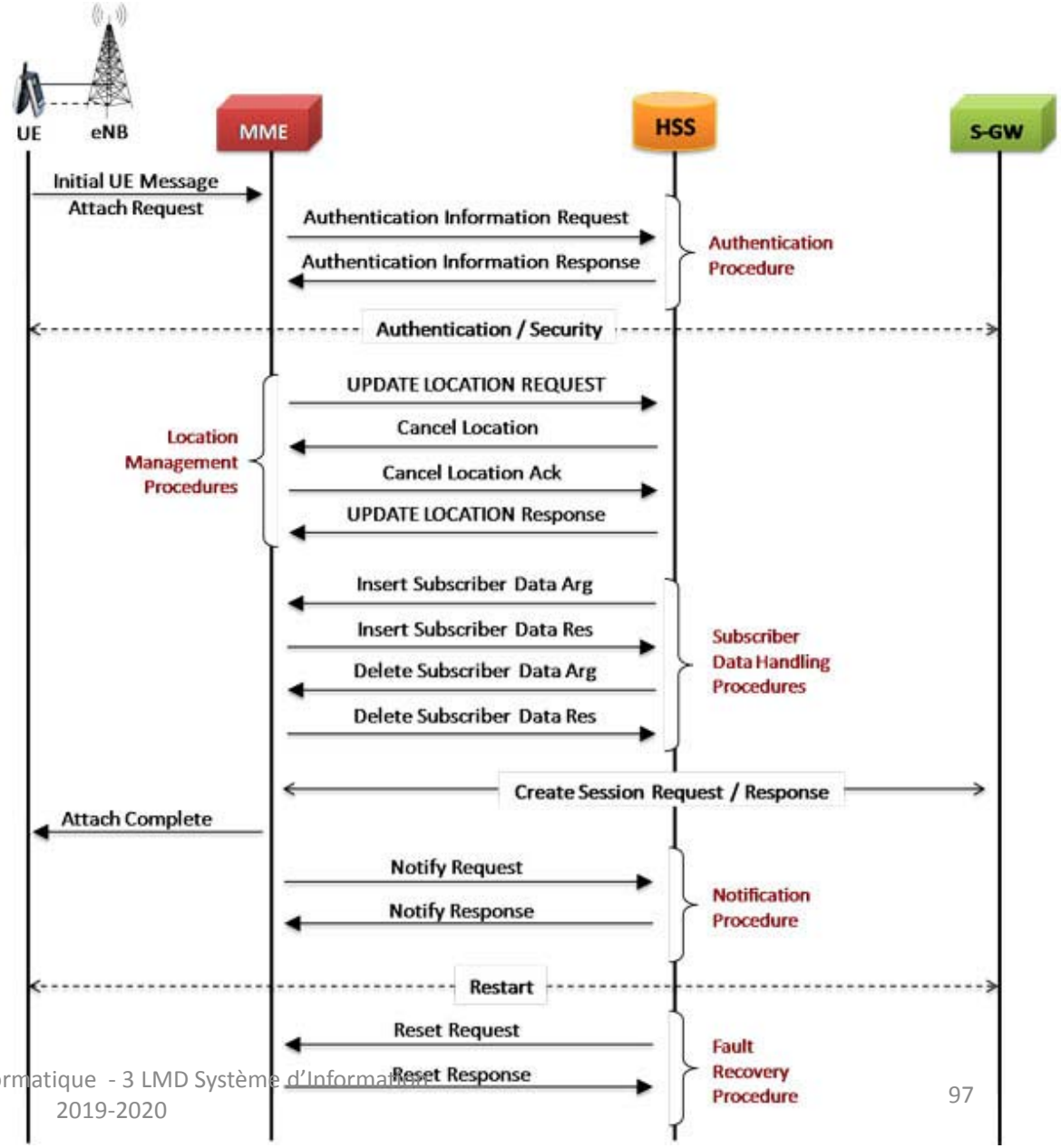
Diameter

Diameter (1)

- Diameter est un protocole d'authentification, successeur du protocole RADIUS.
- Ce protocole est défini par la RFC 35881, et définit les pré-requis minimums nécessaire pour un protocole AAA.
- Il est notamment utilisé dans le cœur des réseaux de téléphonie mobile pour accéder aux bases de données HSS permettant d'identifier, d'authentifier et de localiser les abonnés mobiles 3G et LTE /4G.

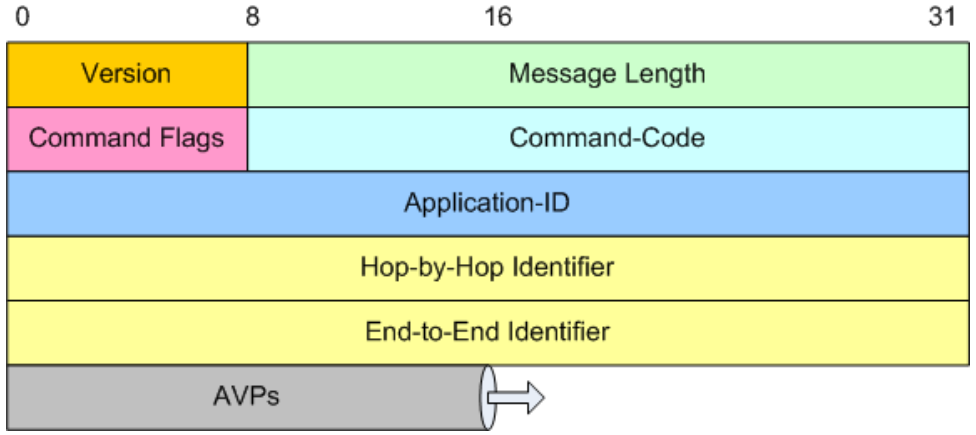
Diameter (2)

- **MME (Mobility management entity)**
- **HSS (Home Subscriber Server)**
- **S-GW (Gateway)**



Diameter (2) - Structure du message de Diameter

- Le Diameter est un protocole basé sur les messages (paquets). Il existe deux types de messages, à savoir, le message Request et le message Answer. La structure de ces deux messages est présentée dans la figure

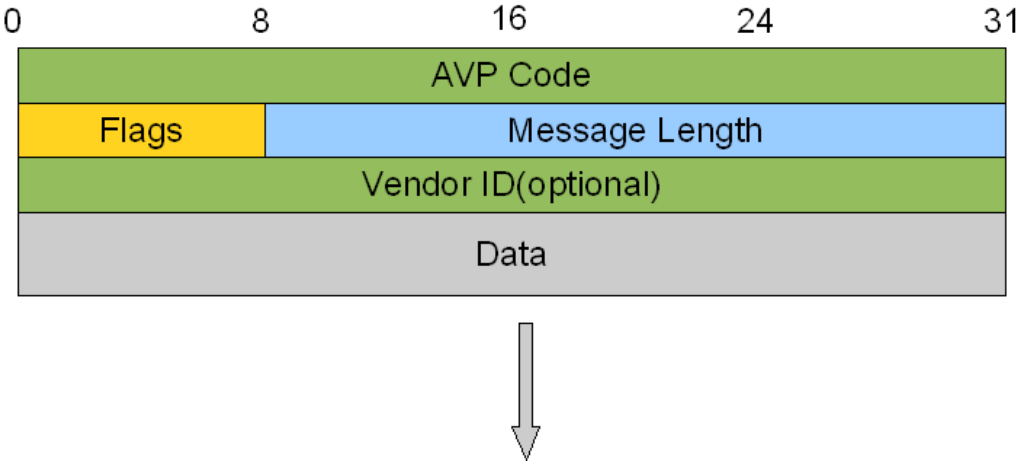


Structure du message de Diameter

- Version : Ce champ de version doit être réglé sur 1 pour indiquer la version 1.
- Longueur du message (Message Length) : Contenir la longueur de Message Header + (Data) Avp.
- Drapeaux de commande (Command Flags) : Le champ drapeaux de commandes est de huit bits.
- ID d'application (ID d'application) : Pour identifier de manière unique chaque application.
- Hop-by-Hop Identifier : L'identificateur Hop-by-Hop est un champ entier non signé de 32 bits (en ordre d'octet réseau) et aide à faire correspondre les demandes et les réponses.
- Identificateur de bout en bout (End-to-End Identifier): L'identificateur de bout en bout est un champ entier non signé de 32 bits (en ordre d'octet de réseau) et sert à détecter des messages en double.

Diameter (2) - Les AVP de Diameter

- Les AVP de Diameter sont l'unité de base dans le message Diameter qui contient les données (données d'authentification, données de sécurité, données relatives à l'application, etc.). Il doit y avoir au moins un AVP à l'intérieur du message Diameter. La structure de l'AVP Diameter est présentée dans la figure



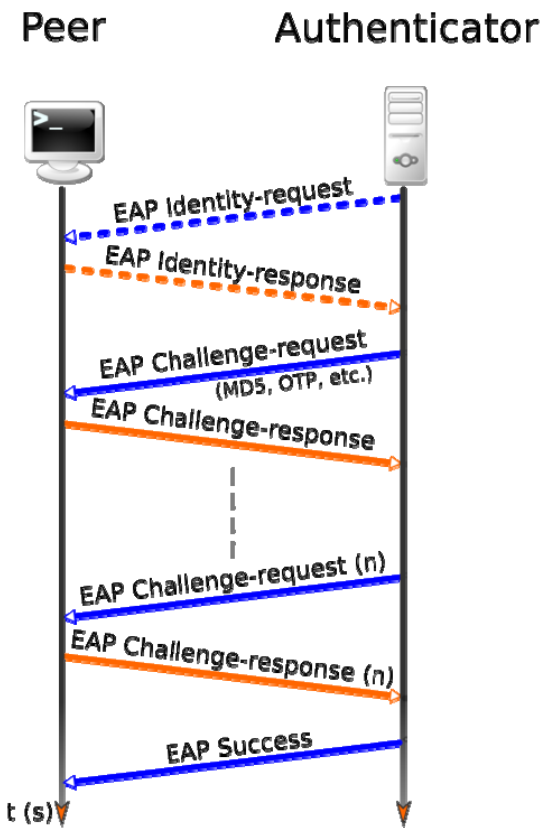
Structure de l'AVP Diameter

- Code AVP (4 octets) : Le code AVP, combiné avec le champ Vendor-Id, identifie l'attribut uniquement. Les numéros AVP 256 et supérieurs sont utilisés pour le Diamètre.
- Drapeaux (Flags) : Indicateurs de bits qui spécifient comment chaque attribut doit être traité. Une description complète est disponible dans la section 4.1 de RFC 3588.
- AVP Longueur (AVP Length): Indique le nombre d'octets dans l'AVP, y compris les informations suivantes: Code AVP, AVP Longueur, Drapeaux AVP, Champ d'identification du fournisseur (s'il y a lieu) et Données AVP.
- Fournisseur ID (Vendor-ID): Un octet optionnel qui identifie l'AVP dans l'espace d'application. Le code AVP et AVP Vendor-ID créent un identifiant unique pour AVP.

Le protocol EAP

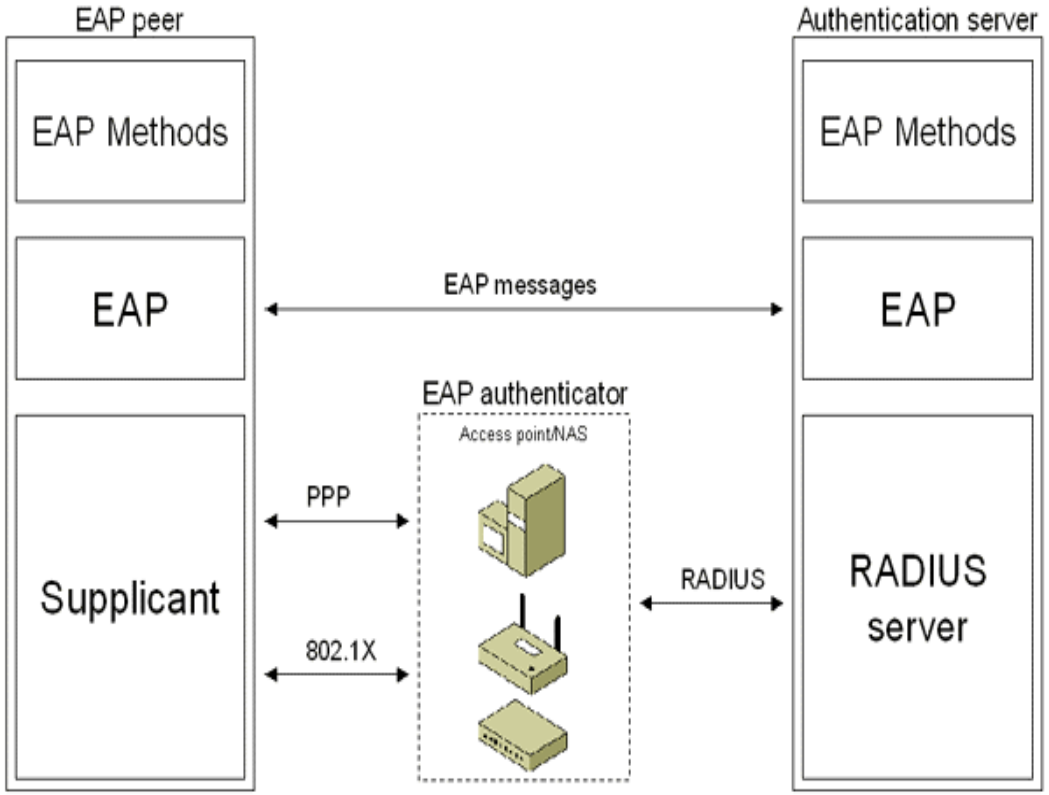
Le Protocol EAP

- Extensible Authentication Protocol ou EAP est un protocole de communication réseau embarquant de multiples méthodes d'authentification, pouvant être utilisé sur les liaisons point à point (RFC 22841), les réseaux filaires et les réseaux sans fil (RFC 37482, RFC 52473) tel que les réseaux Wi-Fi.
- Plusieurs méthodes d'authentification sont prédéfinies (MD5, OTP, Generic Token Card, etc.) mais il est possible d'en rajouter sans qu'il soit nécessaire de changer ou de créer un nouveau protocole réseau.



Le Protocol EAP

- D'un point de vue architectural, une infrastructure EAP est constituée des éléments suivants, comme présenté dans la figure :
- *Homologue EAP* : Ordinateur qui tente d'accéder à un réseau, également appelé client d'accès.
- *Authentificateur EAP*: Point d'accès ou serveur d'accès réseau qui nécessite une authentification EAP avant d'accorder l'accès à un réseau.
- *Serveur d'authentification* : Ordinateur serveur qui négocie l'utilisation d'une méthode EAP spécifique avec un homologue EAP, qui valide les informations d'identification de l'homologue EAP et qui autorise l'accès au réseau. En général, le serveur d'authentification est un serveur RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service).



L'infrastructure EAP et le flux d'informations

Références

- Pieprzyk, J., Hardjono, T., & Seberry, J. (2013). *Fundamentals of computer security*. Springer Science & Business Media.
- Goodrich, M., & Tamassia, R. (2010). *Introduction to computer security*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Peltier, T. R. (2013). *Information security fundamentals*. CRC Press.
- Easttom II, W. C. (2016). *Computer security fundamentals*. Pearson IT Certification.
- Dieter Gollmann "Computer Security" (3ème édition, mais 2ème est également bien)

Http://www.amazon.com/Computer-Security-Dieter-Gollmann/dp/0470741155

- Ross Anderson " Security Engineering "

Http://www.amazon.com/Security-Engineering-Building-Dependable-Distributed/dp/0470068523/

(Également disponible en ligne à: http://www.cl.cam.ac.uk/~rja14/book.html)

- Avoine, G., Junod, P., & Oechslin, P. (2015). Sécurité informatique-Cours et exercices corrigés. (3ème édition, mais 2ème est également bien)

Disponible à la bibliothèque de l'Université de Guelma