

# Introduction à la Cryptographie

---



Par Pierre-Alexandre Lacaze - [pa.lacaze1@gmail.com](mailto:pa.lacaze1@gmail.com)

**01**

# Qu'est ce que la Cryptographie ?

# Qu'est ce que la Cryptographie ?

**Définition :** La cryptographie est l'art de protéger les informations en les transformant pour qu'elles soient illisibles pour des tiers non autorisés

- **Confidentialité :** Seuls les destinataires autorisés peuvent lire les données
- **Authentification :** Garantir l'identité de l'émetteur et du destinataire
- **Intégrité :** Vérifier que les données n'ont pas été modifiées pendant la transmission
- **Non-répudiation :** Empêcher un acteur de nier une action qu'il a réalisée

# Historique de la Cryptographie

Les notions de cryptographie existent depuis l'antiquité !

## Grèce antique

*La scytale*



## Empire Romain

*Le code de César*



## Renaissance Française

*Le chiffre de Vigenère*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
B	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
C	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
D	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
E	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
F	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
G	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
H	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
I	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
J	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
K	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
L	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
M	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
N	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
O	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
P	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Q	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
R	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
S	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
T	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
U	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
V	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
W	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
X	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Y	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Z	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y

# Le Principe de Kerckhoffs

## Les points fondamentaux de la cryptographie

1. Le système doit être matériellement, sinon mathématiquement indéchiffrable
2. Il faut qu'il n'exige pas le secret, et qu'il puisse sans inconvénient tomber entre les mains de l'ennemi
3. La clef doit pouvoir être communiquée et retenue sans le secours de notes écrites, et être changée ou modifiée au gré des correspondants
4. Il faut qu'il soit applicable à la correspondance télégraphique
5. Il faut qu'il soit portatif et que son maniement ou son fonctionnement n'exige pas le concours de plusieurs personnes
6. Il faut que le système soit d'un usage facile



**02**

# **Les protocoles de chiffrement**

# Les protocoles SSL et TLS

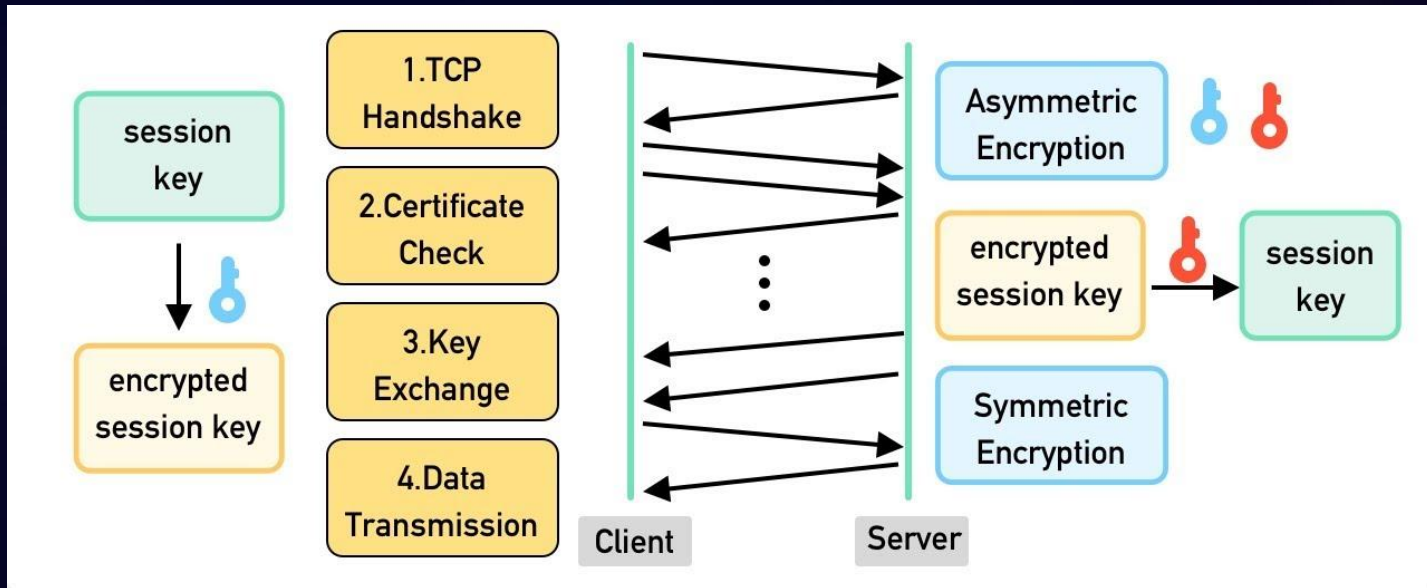
## SSL

: Secure Sockets Layer

TLS : Transport Layer Security

- **SSL** : Développé par Netscape en 1995
  - Sécurité des connexions internet entre deux systèmes, protège les données par chiffrement
- **TLS** : Développé par l'IETF (Internet Engineering Task Force) en 1999
  - Version améliorée du SSL, règle les problèmes de faille de sécurités telles que le middle-man
  - Le TLS implémente la notion d'identification des deux parties par des certificats numériques
- Lorsque l'on parle basiquement des protocoles SSL, on parle en réalité d'un mix de ces deux protocoles

# Le concept du Handshake





# Le protocole HTTP/HTTPS

## HTTPS

: HyperText Transfer Protocol Secure

- C'est une extension sécurisée de HTTP
- HTTPS indique que notre site utilise des chiffrements sécurisés SSL/TLS
- C'est à activer simplement sur l'hébergement



**03**

# **La manipulation avec OpenSSL**

# Qu'est ce que OpenSSL ?

**OpenSSL :** Bibliothèque open source et outil de ligne de commande pour mettre en place des protocoles de cryptographie

## Principaux rôles :

- Chiffrement et déchiffrement
- Génération de clés
- Certificats
- Hachage

# Les suites cryptographique

## Suites Cryptographique

:

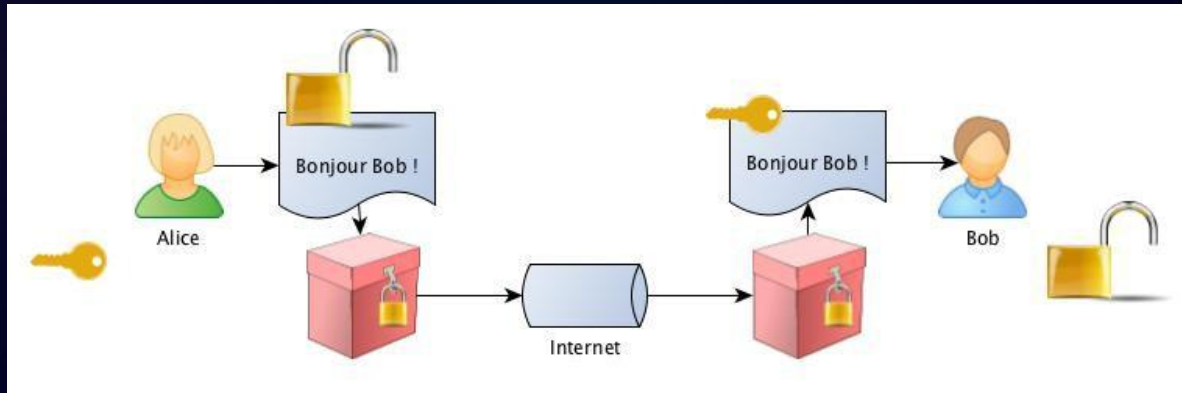
Ensemble de méthodes ou algorithmes utilisés conjointement pour assurer la sécurité des communications

### Composants d'une suite cryptographique :

- Algorithme d'échange de clés (RSA, DH, ECDH)
- Algorithme de chiffrement (AES, ECIES)
- Fonction de hachage (SHA-256, MD5)
- MAC (Message Authentication Code)

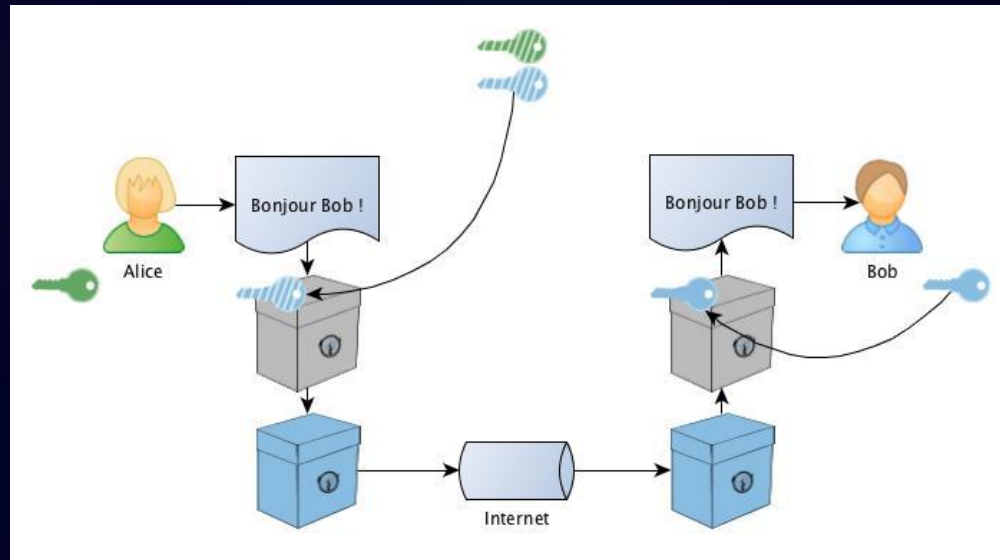
# Le chiffrement symétrique

Une seule clé utilisée pour le chiffrement et le déchiffrement



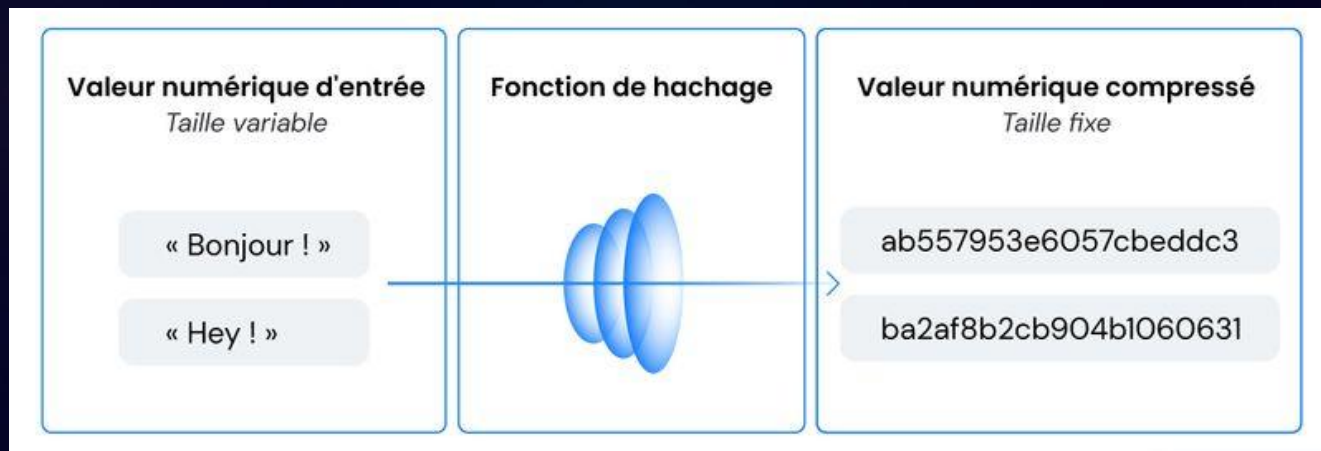
# Le chiffrement asymétrique

Utilise une paire de clé, une publique pour chiffrer, une privée pour déchiffrer



# Le hachage

## Transformation unidirectionnelle des données



# Exemples de manipulation

- **En lignes de commande :**

- Affichage de version OpenSSL : `openssl version`
- Liste des algorithmes utilisables : `openssl list -cipher-algorithms`
- Encoder un fichier : `openssl enc -e -algorithmme -in fichieracrypter -out fichierensortie`
- Décoder un fichier : `openssl enc -d -algorithmme -in fichiercrypt -out fichierclairensortie`
- Création d'une clé symétrique : `openssl enc -aes-256-cbc -k "ma_clé_secrète" -nosalt -out ma_clé.bin`



# Exemples de manipulation

- En PHP via les fonctions openssl intégrées :

```
// Génération d'une paire de clés RSA de 2048 bits
$result = openssl_pkey_new(
    [
        "private_key_bits" => 2048,
        "private_key_type" => OPENSSL_KEYTYPE_RSA
    ]
);

// Exportation de la clé privée au format PEM
openssl_pkey_export($result, $private_key);
file_put_contents('ma_cle_privee.pem', $private_key);

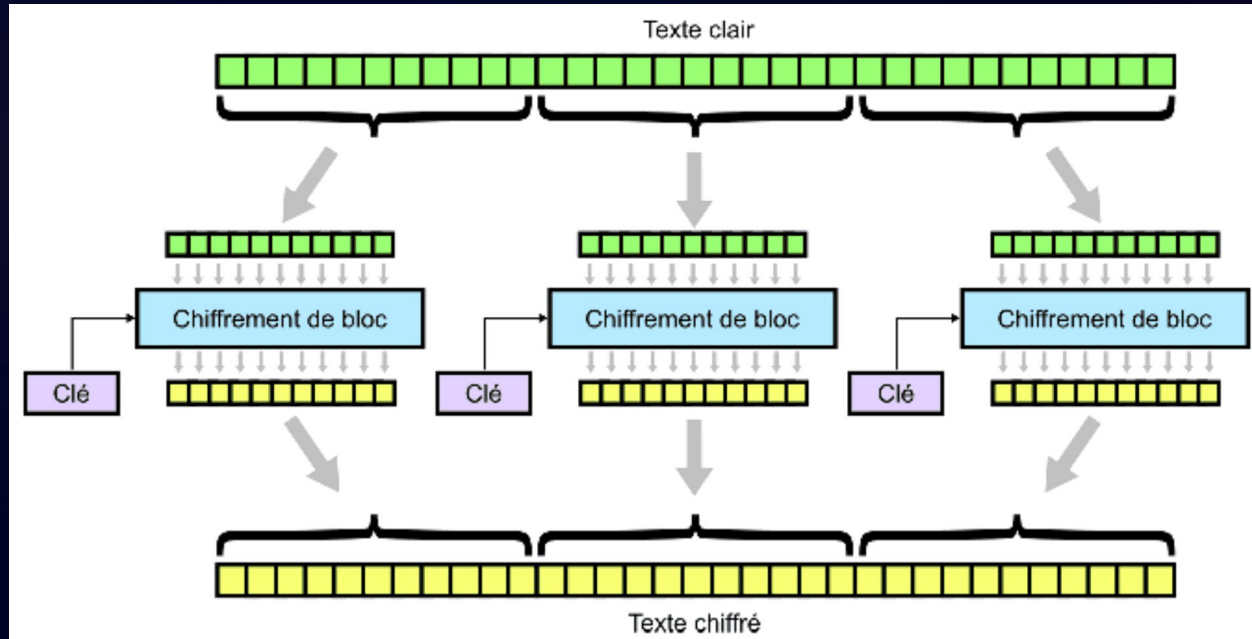
// Exportation de la clé publique au format PEM
$public_key = openssl_pkey_get_public($result);
openssl_pkey_export($public_key, $public_key_pem);
file_put_contents('ma_cle_publique.pem', $public_key_pem);

// Chiffrement et déchiffrement
$data = "Message à chiffrer";
openssl_public_encrypt($data, $crypte, file_get_contents("ma_cle_publique.pem"));
echo base64_encode($crypte);

$crypte = base64_decode("le_message_chiffre_en_base64");
openssl_private_decrypt($crypte, $decrypte, file_get_contents("ma_cle_privee.pem"));
echo $decrypte;
```

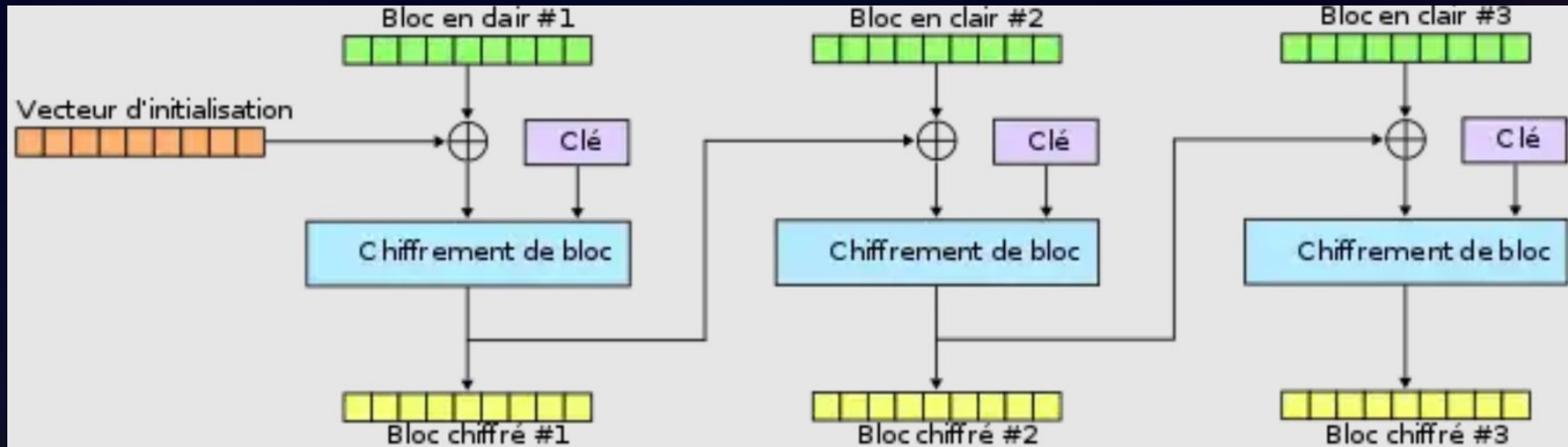
# Les modes de chiffrement

## ECB - Electronic CodeBook



# Les modes de chiffrement

## CBC - Cipher Block Chaining

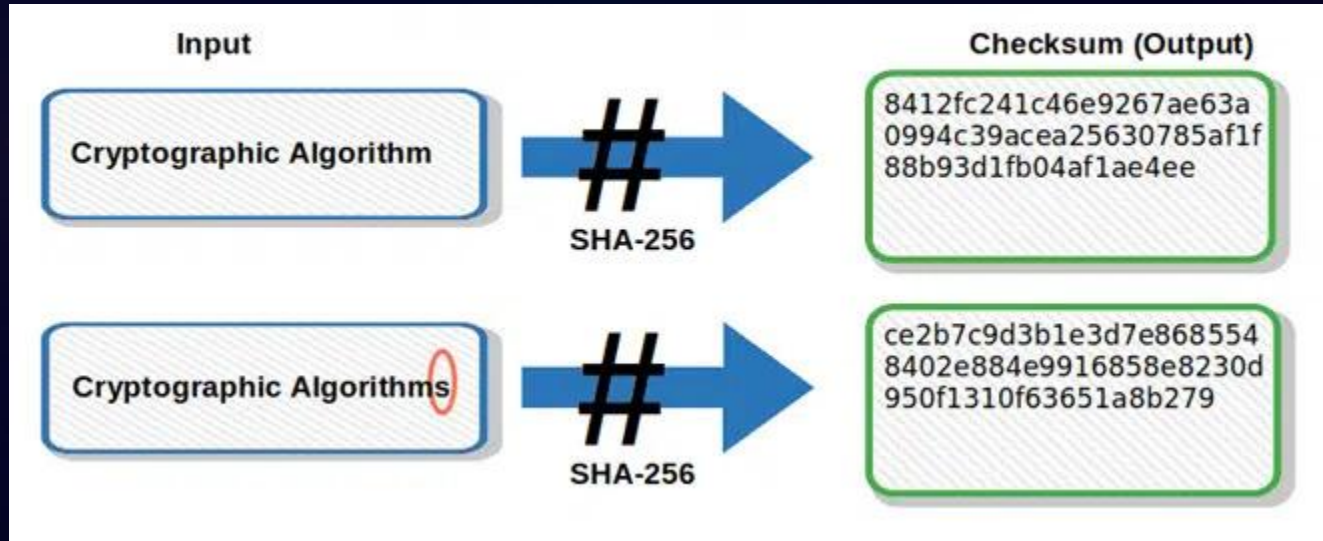


**04**

# **Vérification de l'intégrité et fiabilité des données**

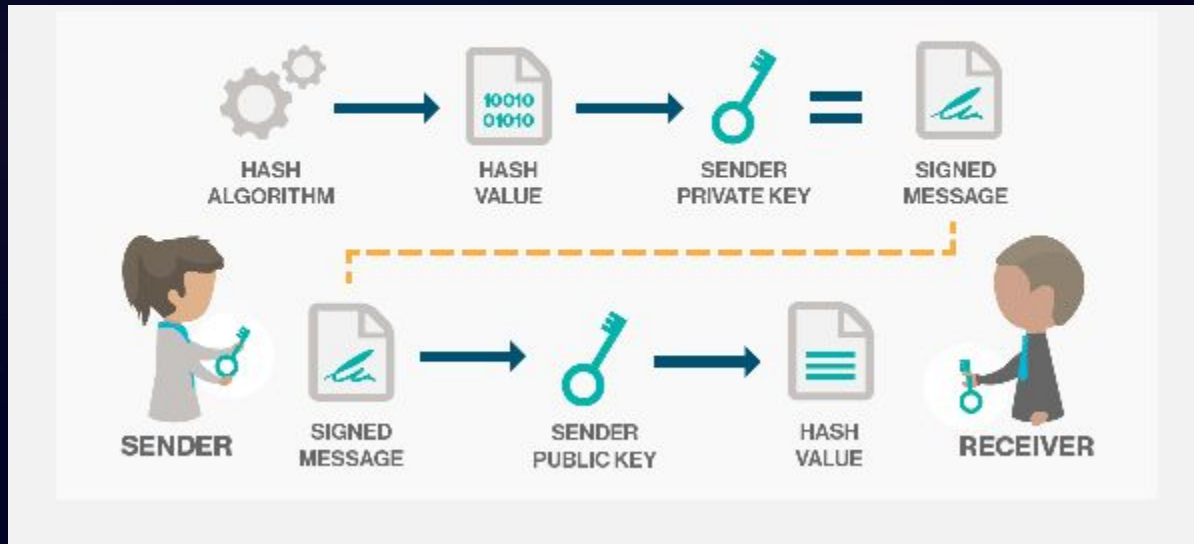
# La somme de contrôle - checksum

Permet de vérifier si un fichier n'a pas été altéré entre le client et le serveur



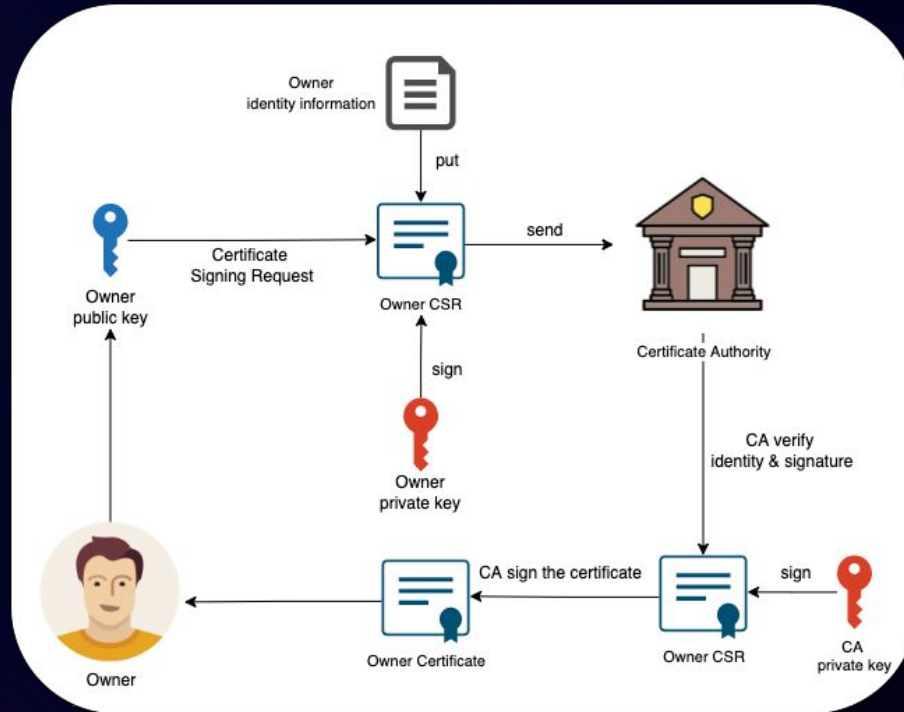
# Les signatures numériques

Permet de vérifier l'authenticité et l'intégrité d'un document numérique



# Les certificats

Permet de vérifier l'identité d'un système et prouver son "innocence"





**05**

# **Séparation des responsabilités**



# Responsabilité de l'hébergeur / Ops Team

- Gestion des certificats SSL/TLS
- Mise en place du HTTPS
- Chiffrement des connexions
- Stockage des données chiffrés au niveau matériel
- Sécurisation des clés privés

# Responsabilité du développeur

- Chiffrement des données sensibles
- Hachage des passwords
- Stockage sécurisé des clés
- Choix des algorithmes

# Ce que l'on retient

## Les principes

- Confidentialité
- Intégrité
- Authentification

## Les outils courants

- Chiffrement symétrique
- Chiffrement asymétrique
- Hachage

## La responsabilité partagée

- Le serveur configure correctement les certificats
- Le développeur implémente correctement les outils de sécurité

# Merci !

## Introduction à la Cryptographie

Pierre-Alexandre Lacaze  
pa.lacaze1@gmail.com

**CREDITS:** This presentation template was created by Slidesgo, and includes icons by Flaticon, and infographics & images by Freepik

