Protocoles et Tunnels de Sécurité

Références

R,E. Corvalan et Y. Le Corvic.« Les VPN, Principes, conception et déploiement des réseaux privés virtuels».
S. Thomas. « SSL and TLS Essentials ».
G. Berton. Security Protocols: the case of Secure Sockets Layer (SSL) and Transport Layer Security (TLS)

Tunnels sur la couche Transport

SSL/TLS

(Secure Socket Layer/Transport Layer Security)

SSL/TLS : Introduction

- Le Protocole SSL est développé en 1994 par Netscape.
- Permet la mise en œuvre de tunnels au niveau 4 du modèle OSI.
- N'est utilisable que pour la sécurisation du flux TCP.
- Largement utilisé pour HTTP qui devient HTTPS (port 443)
- Peut être implémenté pour d'autres protocoles applicatifs comme POP,FTP,SMTP,LDAP...
- La dernière version de SSL est 3. Ses fonctionnalités sont très similaires à celles du protocole TLS (Transport Layer Security) version 1. On dit souvent que : SSLv3=TLSv1
- En 2013, dernière version de TLS est TLSv1.2

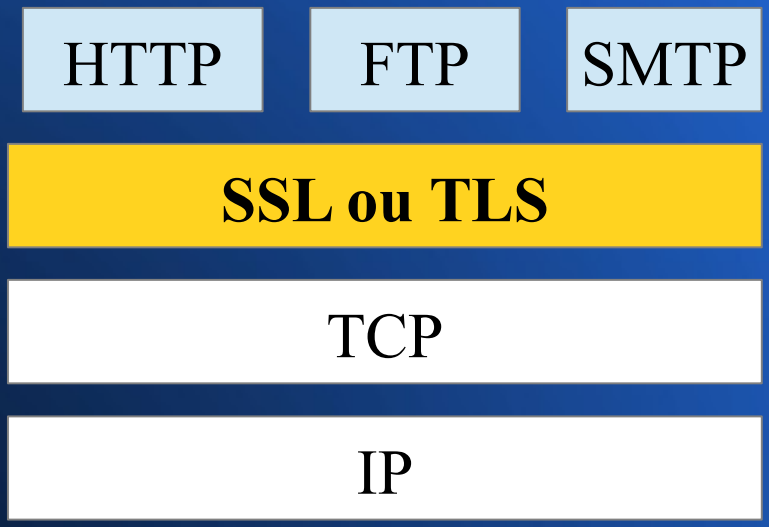
Ports au dessus de SSL

Protocole sécurisé	Port	Protocole non sécurisé	Application
HTTPS	443	HTTP	Transactions requête-réponse sécurisées
SSMTP	465	SMTP	Messagerie électronique
SNNTP	563	NNTP	News sur le réseau Internet
SSL-LDAP	636	LDAP	Annuaire X.500 allégé
SPOP3	995	POP3	Accès distant à la boîte aux lettres avec rapatriement des messages

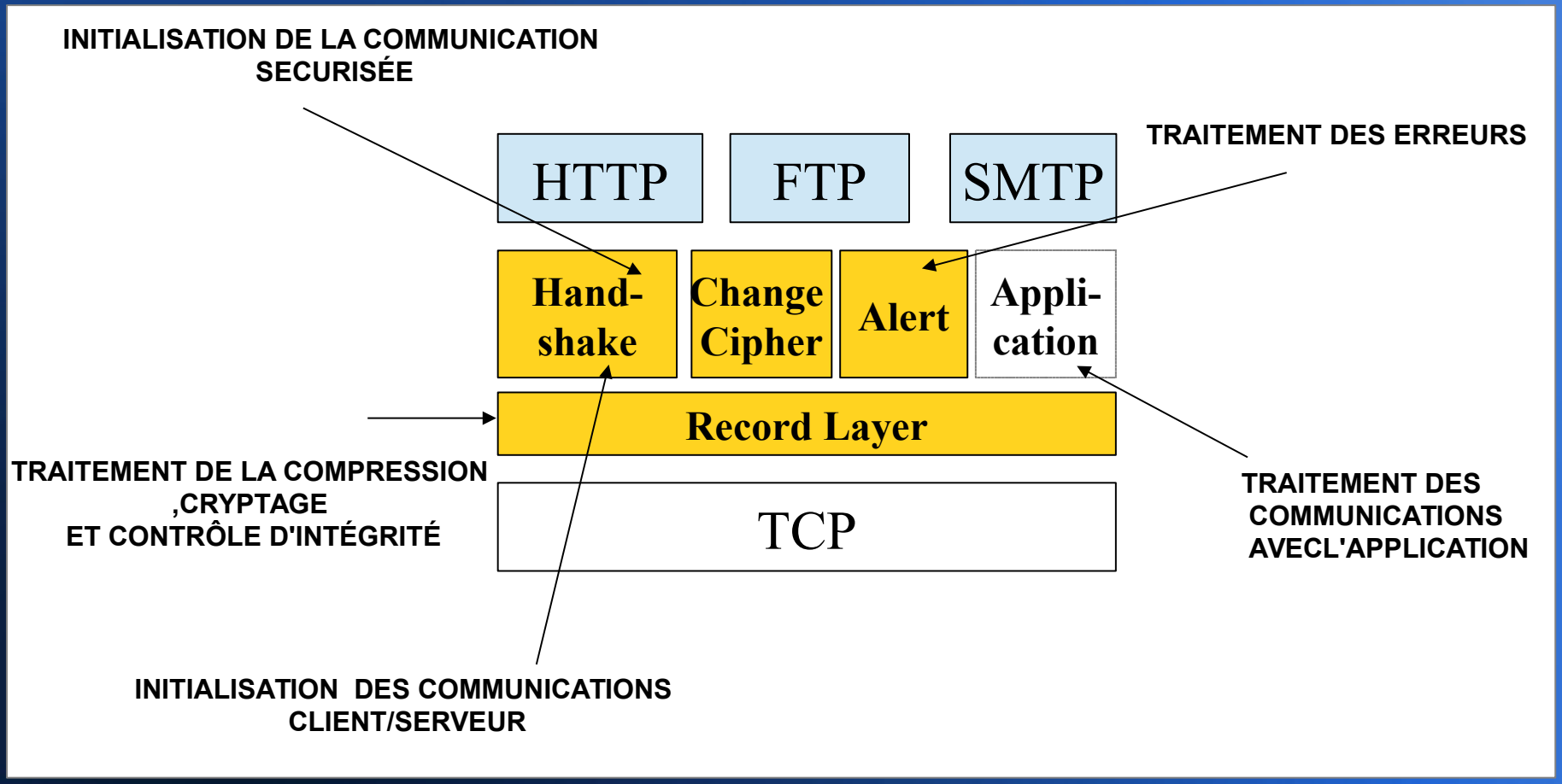
Ports au dessus de SSL

Protocole sécurisé	Port	Protocole non sécurisé	Application
FTP-DATA	889	FTP	Transfert de fichiers
FTPS	990	FTP	Contrôle du transfert de fichiers
IMAPS	991	IMAP4	Accès distant à la boîte aux lettres avec ou sans rapatriement des messages
TELNETS	992	Telnet	Protocole d'accès distant à un système informatique
IRCS	993	IRC	Protocole de conférence par l'écrit

SSL/TLS: Architecture



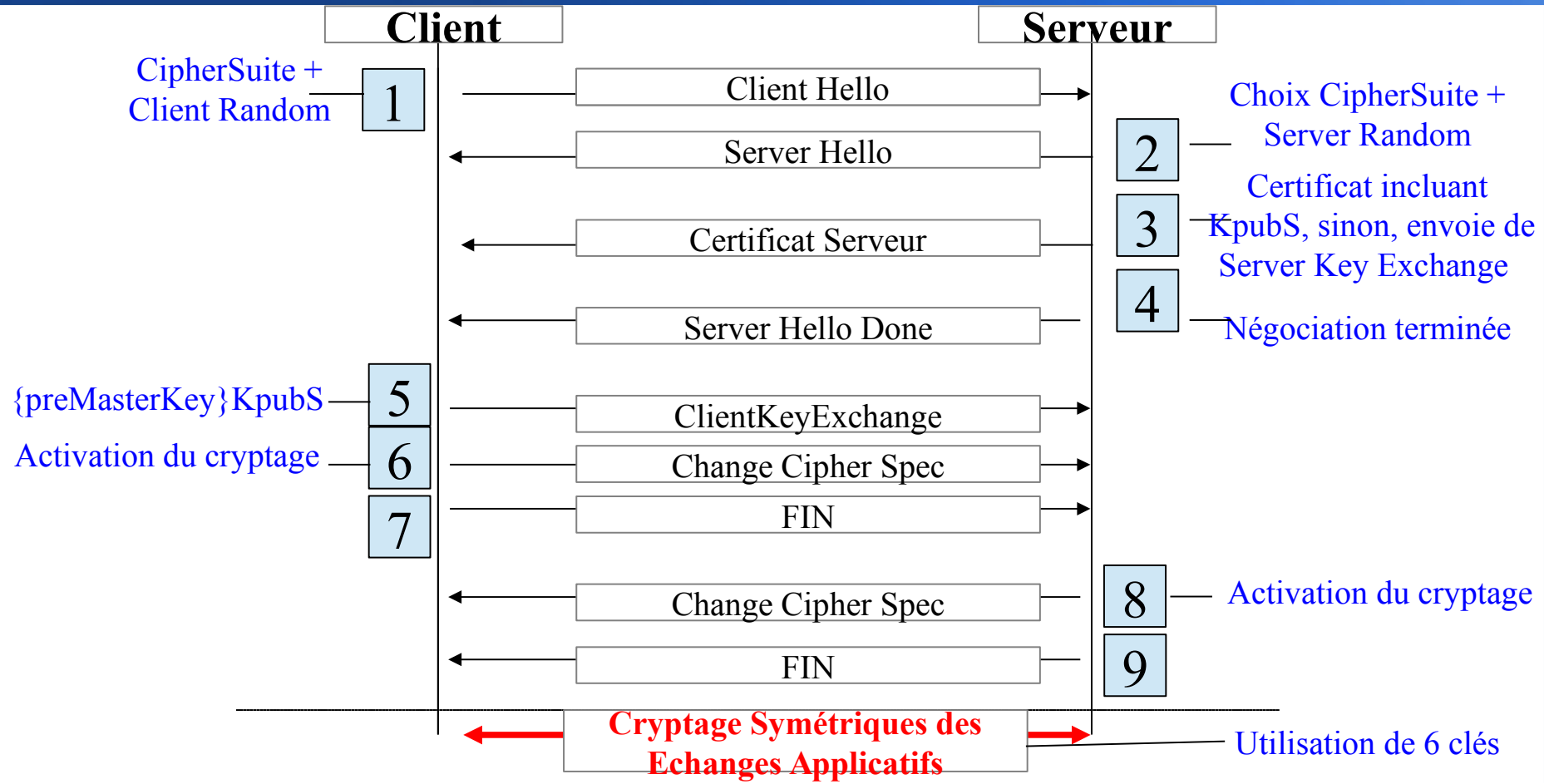
SSL/TLS: Architecture



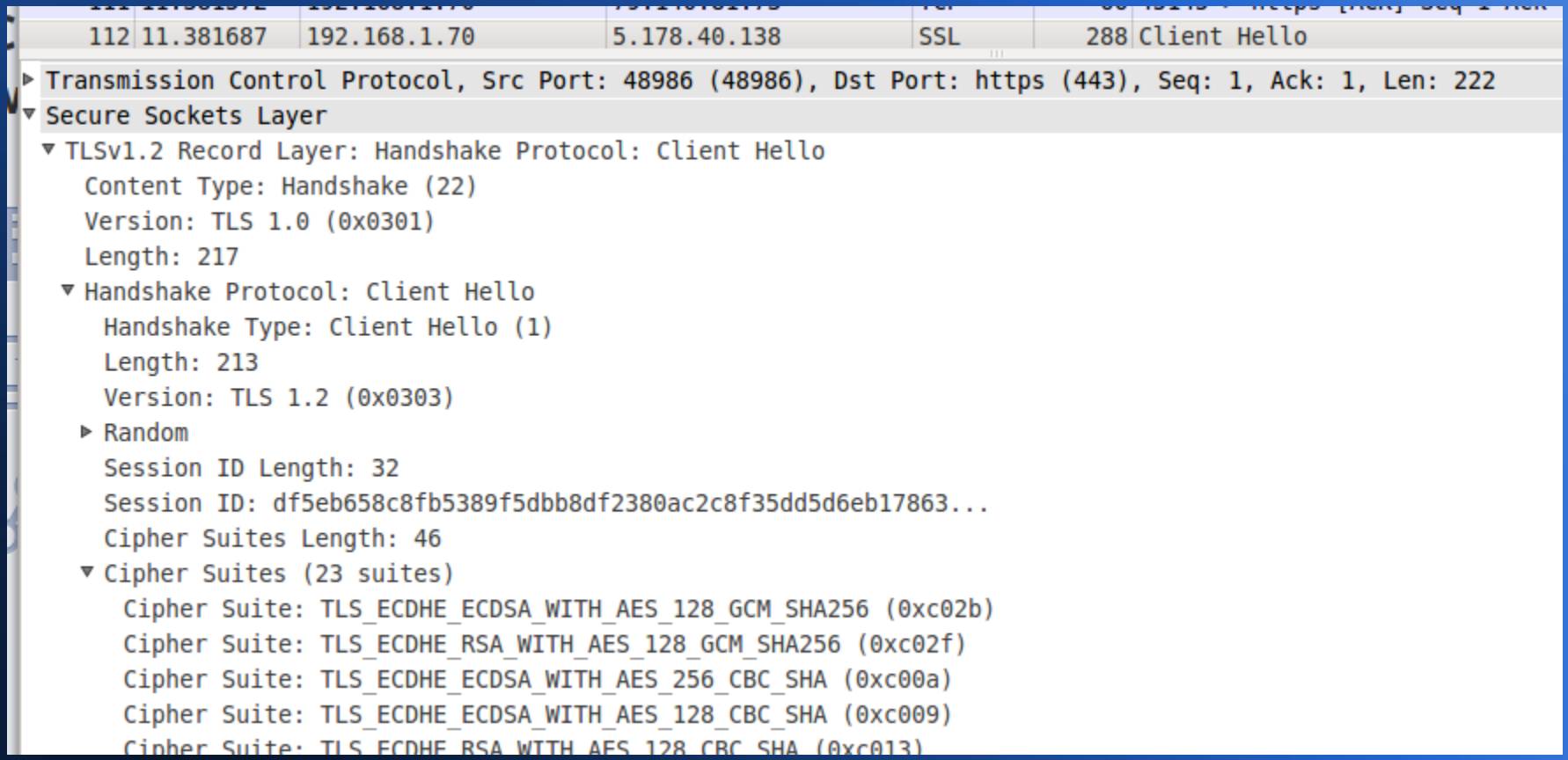
SSL/TLS
Propriétés de sécurité fournies

- **Échange sécurisé de clés de chiffrement**
- **Authentification du serveur** (optionnelle mais souvent utilisée)
- **Authentification du client** (optionnelle et très peu utilisée)
- **Confidentialité et Intégrité des messages**

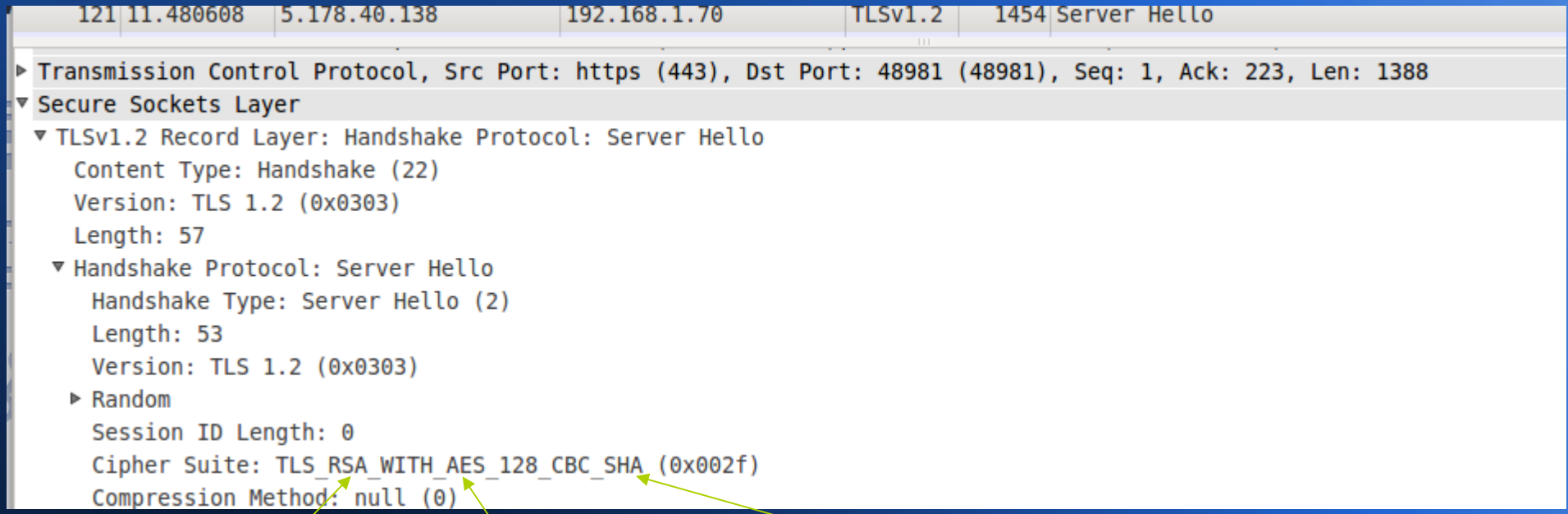
Mécanisme d'établissement d'un tunnel TLS



TLS
Record Layer/Handshake Protocol
Client Hello



Analyse de trafic TLS
Record Layer/Handshake Protocol
Server Hello



RSA : Algorithme Asymétrique (Authentification)

AES: Algorithme symétrique avec le mode opérateur CBC (Cipher Block Chaining) et une taille de clé de 128bits (Confidentialité)

SHA: Algorithme de hachage (Intégrité)

Analyse de trafic TLS
Record Layer/Handshake Protocol Certificate

125	11.486464	5.178.40.138	192.168.1.70	TLSv1.2	600	Certificate, Server Hello Done

```
Version: TLS 1.2 (0x0303)
Length: 3234
▼ Handshake Protocol: Certificate
  Handshake Type: Certificate (11)
  Length: 3230
  Certificates Length: 3227
  ▼ Certificates (3227 bytes)
    Certificate Length: 1114
    ▼ Certificate (id-at-commonName=a248.e.akamai.net,id-at-organizationName=Akamai Technologies, Inc.,id-at-localityName=Camb
      ▼ signedCertificate
          version: v3 (2)
          serialNumber : 0x0100000000013feace5c1353dcee
        ▶ signature (shaWithRSAEncryption)
        ▶ issuer: rdnSequence (0)
        ▶ validity
        ▶ subject: rdnSequence (0)
        ▼ subjectPublicKeyInfo
          ▶ algorithm (rsaEncryption)
            Padding: 0
            subjectPublicKey: 3082010a0282010100afb6532b2dc35b513095f9fb56a94d...
```

KpubS : Clé publique du serveur

Analyse de trafic TLS
Record Layer/Handshake Protocol
Client Key Exchange

128	11.487657	192.168.1.70	5.178.40.138	TLSv1.2	408	Client Key Exchange, Change Cipher Spec, Encrypted Ha

- Frame 128: 408 bytes on wire (3264 bits), 408 bytes captured (3264 bits)
- Ethernet II, Src: HonHaiPr_6d:c4:5f (38:59:f9:6d:c4:5f), Dst: ThomsonT_89:e2:8e (00:1f:9f:89:e2:8e)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.70 (192.168.1.70), Dst: 5.178.40.138 (5.178.40.138)
- Transmission Control Protocol, Src Port: 48981 (48981), Dst Port: https (443), Seq: 223, Ack: 3311, Len: 342
- Secure Sockets Layer
  - TLSv1.2 Record Layer: Handshake Protocol: Client Key Exchange
    - Content Type: Handshake (22)
    - Version: TLS 1.2 (0x0303)
    - Length: 262
  - Handshake Protocol: Client Key Exchange
    - Handshake Type: Client Key Exchange (16)
    - Length: 258

```
0030  05 99 b2 48 00 00 01 01  08 0a 01 80 b8 04 aa 60   ...H.... .......`
0040  f6 f1 16 03 03 01 06 10  00 01 02 01 00 30 9e 6c   ........ .....0.l
0050  3f eb 33 50 d9 d6 c3 d3  cc b5 6a a6 54 e9 f9 1e   ?.3P.... ..j.T...
0060  fa 2e 5e 39 5d e6 25 a0  21 16 a7 ed 7e 23 6f 28   ..^9].%. !...~#o(
0070  13 c9 46 84 ce 1c 62 2a  dd 71 24 23 7d 07 60 6c   ..F...b* .q$#}.`l
0080  b6 f3 82 dc 8f 7f e1 98  e3 a9 f3 7e ea 80 22 bd   ........ ...~..".
0090  fb 8c c3 00 d9 60 cf 4e  95 75 ea 3b 93 5c 28 41   .....`.N .u.;.\(A
00a0  b4 40 39 a3 ca 34 48 c7  d4 28 2e 50 fb 1e cb 7d   .@9..4H. .(.P...}
00b0  20 9f 67 77 b5 94 6d 1c  dd cf 92 d8 bb ae c1 33    .gw..m. .......3
00c0  63 f7 36 83 ed ef 1c 1b  63 81 f7 05 a0 a6 bc 73   c.6..... c......s
00d0  d0 fa c4 18 c5 14 6d 2c  79 db e7 60 3b 7f 08 3d   ......m, y..`;..=
00e0  8d da 58 64 8e 35 cc 82  10 1f 39 25 f5 65 c6 95   ..Xd.5.. ..9%.e..
00f0  c4 24 aa d0 8b 24 f0 d9  dd 5b e6 6a 2a f2 63 4e   .$...$.. .[.j*.cN
0100  06 90 75 2e be 03 ac d0  2b 5f 27 7b d0 c7 ab 59   ..u..... +_'{...Y
```

PreMasterKey choisi par le client crypté par KpubS

TLS
Génération des 6 clés de session
KDF(Key Derivation Function)

• A partir de **preMasterKey**, le client et le serveur génère simultanément une clé appelée **MasterKey**.

•A partir de **MasterKey**, ils générent les 6 clés suivantes :

- **Client Cipher** : utilisée pour chiffrer les données du client vers le serveur.
- **Server Cipher**: utilisée pour chiffrer les données du serveur vers le client.
- **Client MAC** : utilisée dans la fonction cryptographique de hachage **HMAC** coté client pour le contrôle d'intégrité.
- **Server MAC** : utilisée dans la fonction cryptographique de hachage **HMAC** par le serveur pour le contrôle d'intégrité.
- **Client IV** : Vecteur d'initialisation utilisé par le client au niveau du **mode CBC** lors du chiffrement symétrique des données.
- **Server IV** : Vecteur d'initialisation utilisé par le serveur au niveau du **mode CBC** lors du chiffrement symétrique des données.

Rappels- HMAC(Hash-Based Message Authentication Code)

(Wikipédia)

« La fonction **HMAC** est définit ainsi :

$$\mathrm{HMAC}_K(m) = h\left((K \oplus opad) \,||\, h\left((K \oplus ipad) \,||\, m \right) \right)$$

avec :

h : une fonction de hachage itérative(MD5,SHA),

K : la clé secrète complétée avec des zéros pour qu'elle atteigne la taille de bloc de la fonction h. Dans notre cas, il s'agit soit de la clé client MAC ou server MAC

m : le message à authentifier,

"||" désigne une concaténation,

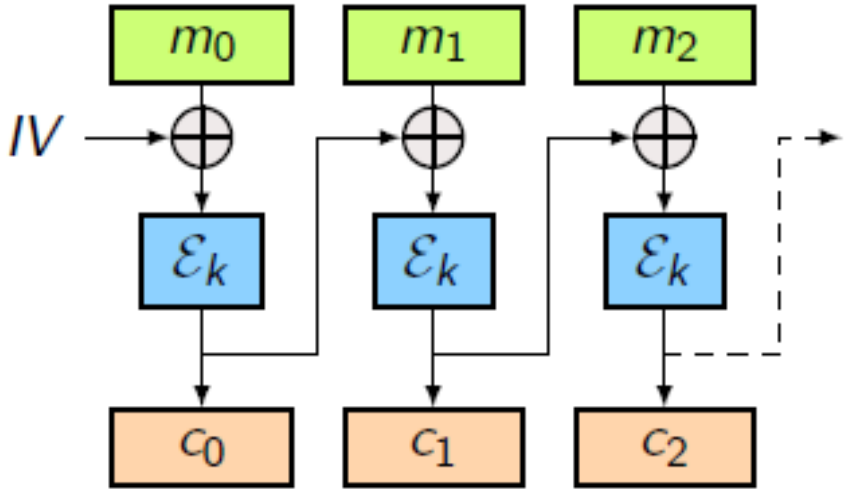
ipad et opad, chacune de la taille d'un bloc, sont définies par : ipad = 0x363636...3636 et opad = 0x5c5c5c...5c5c. Donc, si la taille de bloc de la fonction de hachage est 512, ipad et opad sont 64 répétitions des octets, respectivement, 0x36 et 0x5c. »

Rappels- mode de chiffrement CBC (Chipher Block Chaining)

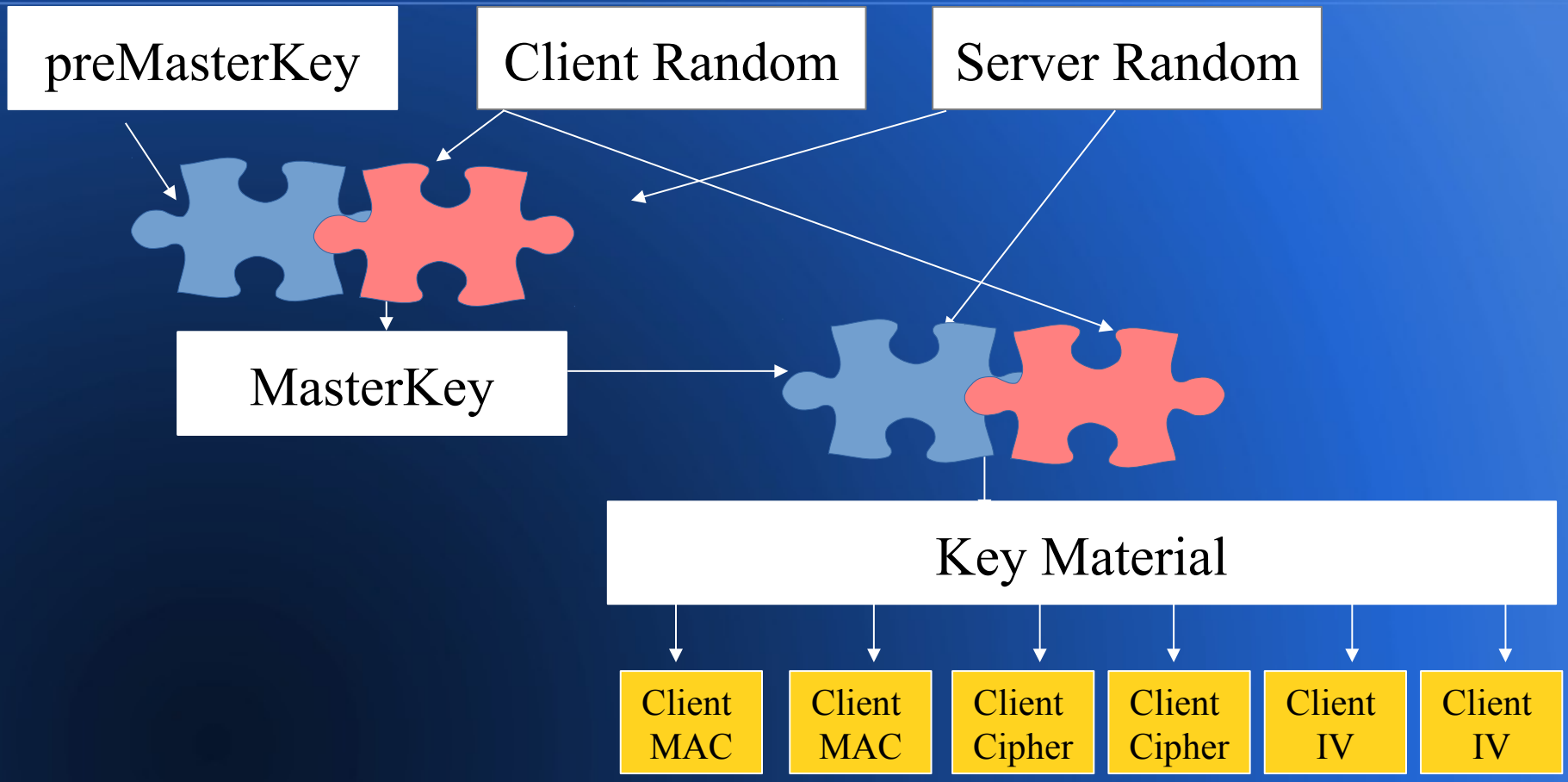
(Wikipédia)

-Le message m à chiffrer est découpé en block (m0,m1..). Un bloc dépend de tous les précédents . Mode randomisé par la présence d'une valeur aléatoire initiale IV. Dans notre cas, il sagit soit du client IV ou Server IV.

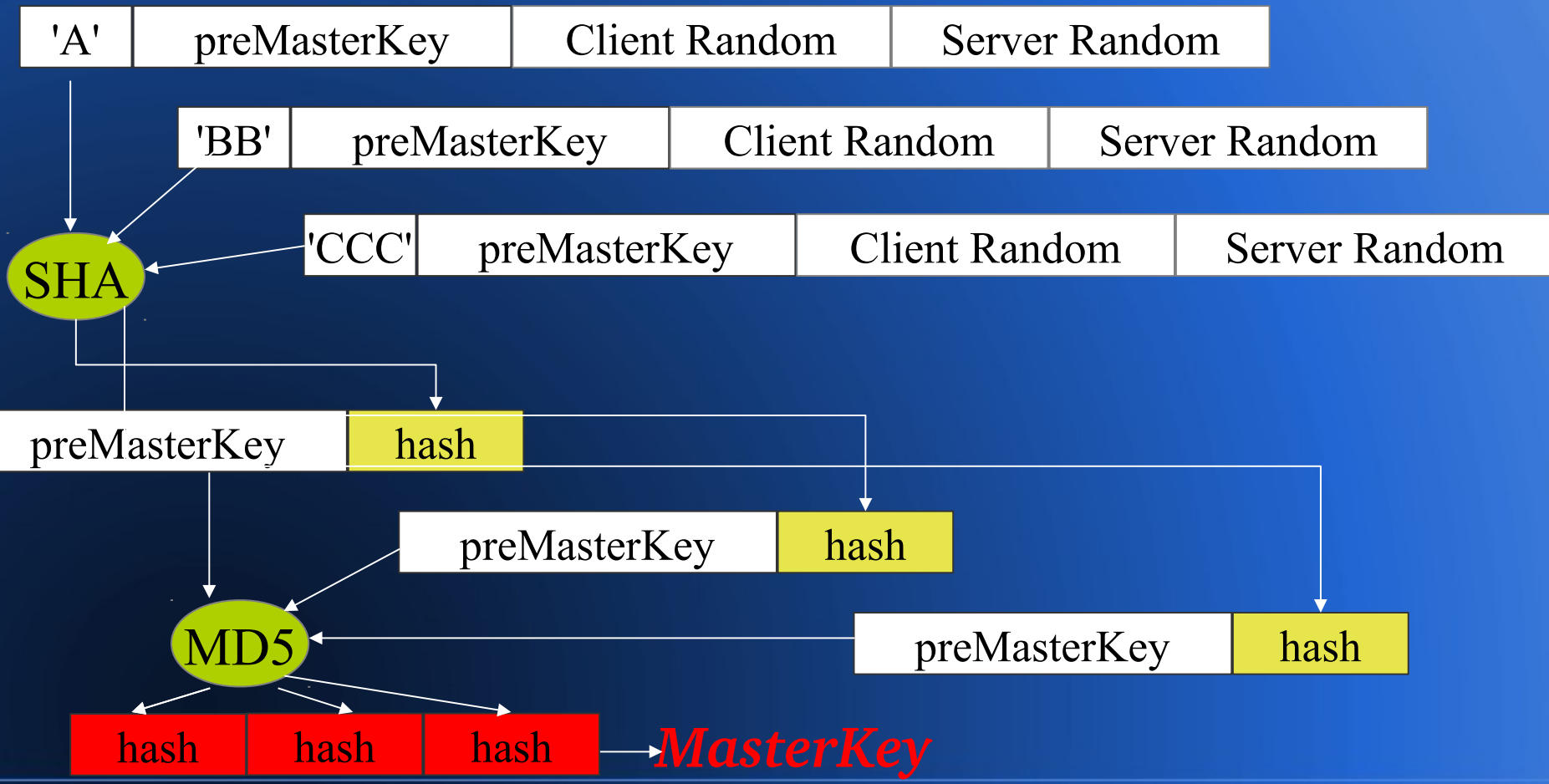
-E_k est un algorithme de chiffrement symétrique au choix (DES,3DES,AES...)



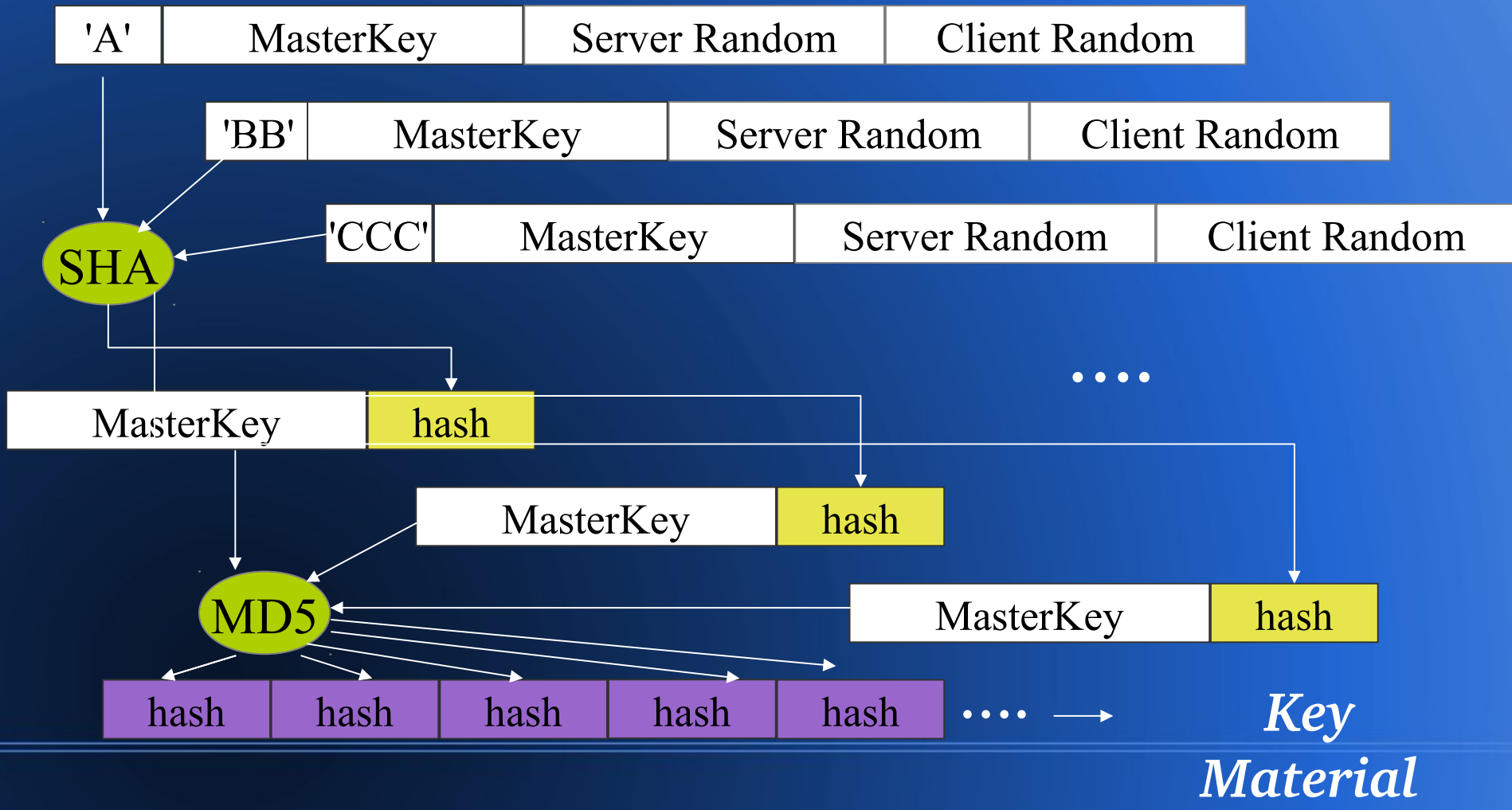
SSL/TLS
Génération des 6 clés de session
KDF(Key Derivation Function)



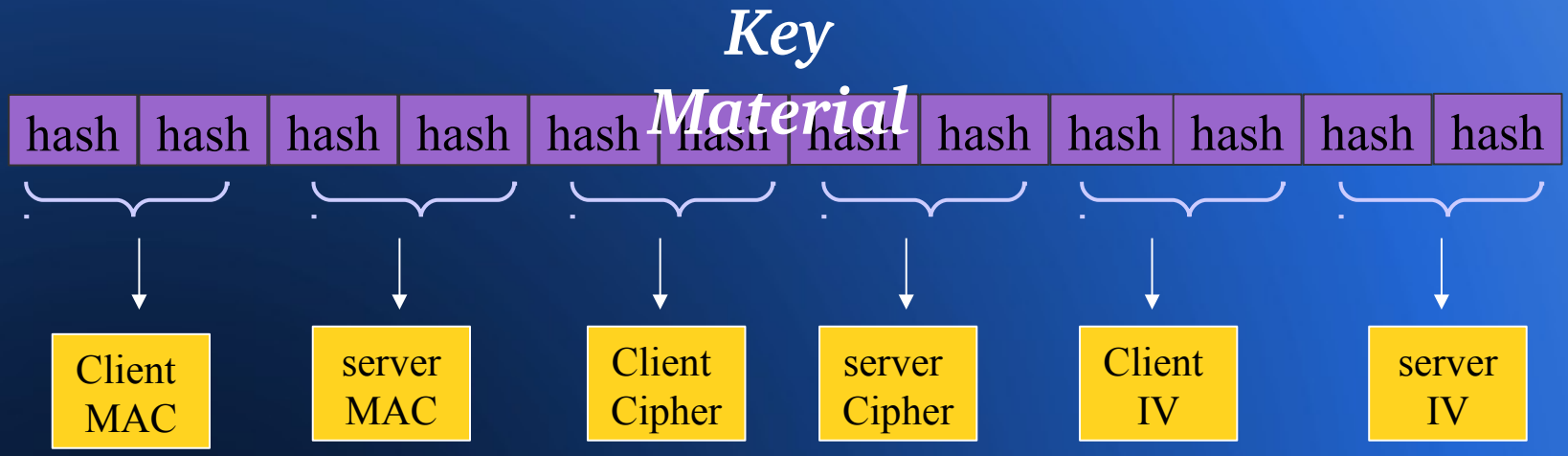
SSL
Dérivation de *MasterKey*



SSL
Dérivation de *Key Material*



SSL
Récupération des *6 clés*



TLS-Record Protocol
Echange sécurisé des données