HELMo Campus Guillemins

Rapport – Firmware Extraction Tapo C100

UE46 : Sécurité de l'IOT – 3S1 B3 Cyber sécurité

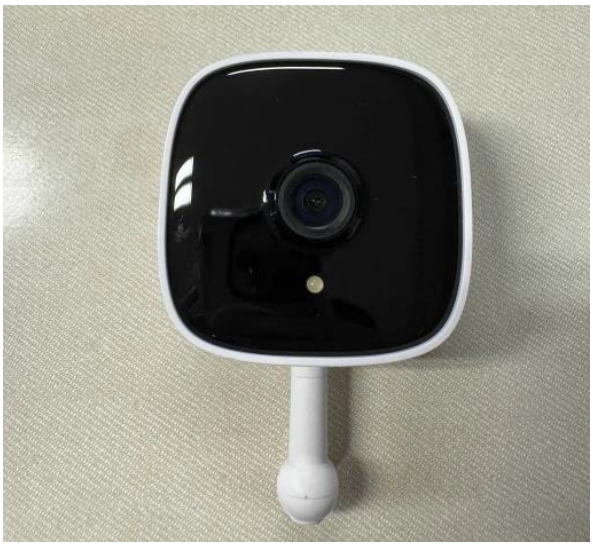
Julien Diet – Thomas Huppe

16/12/2025

Table des matières

1. Introduction

Ce rapport décrit les manipulations techniques réalisées lors du laboratoire consacré à l'analyse matérielle d'un dispositif IoT. Le sujet de ce laboratoire est la caméra de surveillance **TP-Link Tapo C100**.



L'objectif principal de ce travail est de parvenir à extraire le firmware de l'appareil afin d'en comprendre la structure et le fonctionnement interne.

Pour atteindre cet objectif, nous avons mis en œuvre deux méthodes d'extraction distinctes :

1. **L'accès via le port série (UART) :** Cette méthode consiste à se connecter à l'interface de communication de la carte mère pour interagir avec le système d'exploitation et localiser les fichiers du firmware.
2. **L'extraction physique de la mémoire (Flash Dump) :** Cette méthode implique l'utilisation d'un matériel spécifique pour lire directement le contenu brut de la puce de stockage.

Ce document détaille chronologiquement les étapes suivies, depuis le démontage de la caméra jusqu'à la récupération des données.

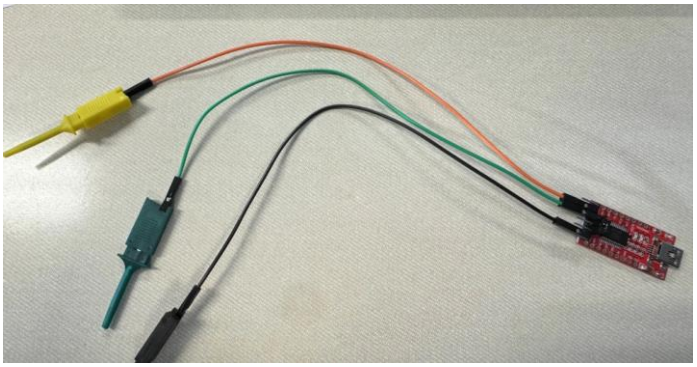
2. Accès au Shell root via le port série (UART)

Cette partie décrit la procédure suivie pour obtenir un accès privilégié (root) au système d'exploitation de la caméra en exploitant son interface série.

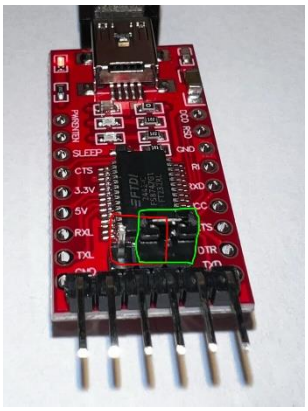
2.1 Mise en place du matériel

Pour établir la communication série avec la caméra, le matériel suivant a été utilisé :

- **Un adaptateur USB-TTL (FTDI FT232R) :** Ce module est indispensable pour convertir les signaux série (UART) de la caméra en signal USB interprétable par l'ordinateur de travail.
- **Câblage et connectique :** Un câble Mini USB vers USB-C pour relier l'adaptateur à l'ordinateur, ainsi que des sondes PCB (PCB probes). Ces sondes permettent de maintenir une connexion électrique stable sur les points de test de la carte mère sans nécessiter de soudure.
- **Logiciel de terminal :** L'outil picocom a été installé sur le poste de travail pour lire le flux de données.



2.1.1 Configuration et test préalable :



La caméra fonctionnant avec une tension logique de 3,3 V, le cavalier (jumper) de la carte FTDI a été positionné sur 3,3 V (et non 5 V) afin d'assurer la compatibilité des niveaux de tension.

On peut voir deux formes sur la photo :

- Le cadre rouge désigne l'emplacement pour 5 V
- Le cadre vert désigne l'emplacement pour 3,3V

Avant de connecter l'adaptateur à la cible, un test fonctionnel a été réalisé pour s'assurer de la bonne transmission des données (TX). Nous avons ouvert une session terminal avec la commande suivante :

```
picocom -b 115200 /dev/ttyUSB0
```

En saisissant des caractères arbitraires dans la console, nous avons observé le clignotement de la LED rouge sur le module FTDI. Cette confirmation visuelle valide que l'adaptateur reçoit bien les instructions de l'ordinateur et est capable d'émettre des signaux (Input).

2.2 Ouverture de la caméra et repérage du port série

Une fois le matériel de connexion prêt, la première étape a consisté à accéder physiquement à la carte électronique de la caméra.

2.2.1 Démontage du dispositif :

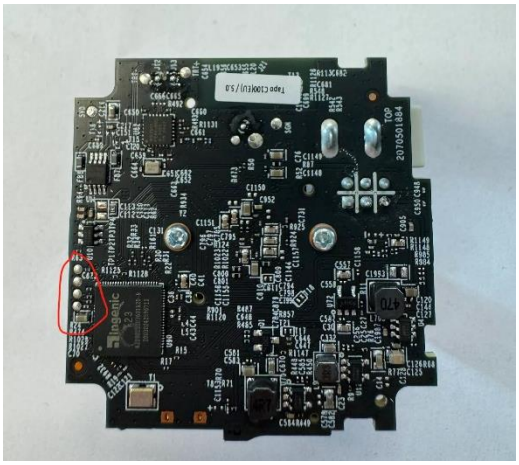
Le boîtier de la caméra étant clipsé, nous avons utilisé un outil d'ouverture en plastique (pry tool) pour écarter les fixations sans endommager le plastique. Une fois le boîtier ouvert, la carte mère (PCB) a été entièrement extraite de son logement afin de faciliter sa manipulation et l'accès aux composants.

2.2.2 Repérage de l'interface UART :

Une inspection visuelle de la carte a été réalisée pour localiser l'interface série. Contrairement à certaines cartes de développement qui disposent de connecteurs standards (headers) clairement étiquetés (VCC, GND, RX, TX), la carte de la Tapo C100 ne présente pas de tels indicateurs évidents.

Nous avons identifié un groupe de quatre points de test (pads) situés à proximité du processeur principal. Pour identifier le rôle de chaque point :

- **GND (Masse) :** Plutôt que de chercher un pad spécifique, nous avons identifié que la cage métallique du lecteur de carte SD était reliée à la masse. Nous avons donc utilisé ce point comme référence fiable pour le Ground (GND).
- **RX et TX :** Les lignes de transmission (TX) et de réception (RX) ont été repérées parmi les pads identifiés sur le PCB. Ces points permettront d'intercepter les journaux de démarrage (logs de boot) et d'envoyer des commandes au système.

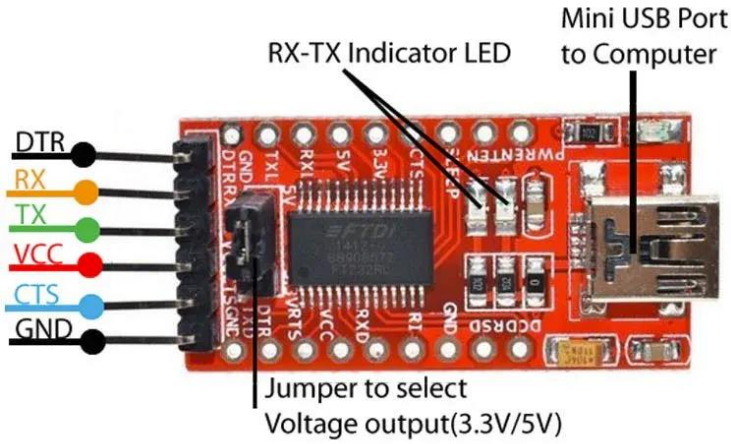


2.3 Lecture sur le port série

Cette étape consiste à établir la liaison physique et logique entre l'adaptateur et la caméra pour intercepter le flux de données lors du démarrage.

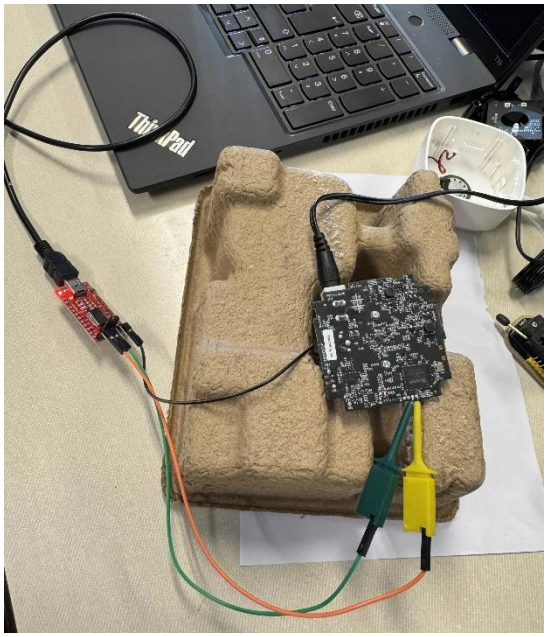
2.3.1 Câblage et Connexions :

Identification des connexions sur l'adaptateur : Avant de procéder au câblage, nous avons d'abord repéré les pins nécessaires sur l'adaptateur FTDI 232. En observant la sérigraphie du circuit imprimé, nous avons identifié les sorties **RX**, **TX** et **GND**, indispensables pour la communication série.



Le raccordement entre l'adaptateur FTDI et les points de test de la carte mère a été effectué en respectant le schéma de câblage suivant :

- **Câble Noir (GND) :** Connecté à la masse de la caméra. Comme identifié précédemment, la cage métallique du lecteur de carte SD a servi de point de masse fiable et facile d'accès.
- **Câble Orange (RX - Réception) :** Connecté au point de test **TX** de la caméra. Ce croisement est impératif pour que l'adaptateur puisse *recevoir* les données *transmises* par la caméra.
- **Câble Vert (TX - Transmission) :** Connecté au point de test **RX** de la caméra, permettant d'envoyer des commandes depuis l'ordinateur vers la caméra ultérieurement.



2.3.2 Configuration logicielle et Démarrage :

Une fois le montage physique réalisé, nous avons configuré l'outil de communication série sur l'ordinateur (picocom). Nous avons effectué des recherches pour déterminer la vitesse de transmission (baud rate) pour ce type de périphérique et on a pu déterminer que la vitesse est de 115200 bauds. Une configuration incorrecte de ce paramètre entraînerait l'affichage de caractères illisibles (garbage data).

La commande suivante a été exécutée pour ouvrir le port série en écoute :

```
picocom -b 115200 /dev/ttyUSB0
```

Avec le terminal actif, nous avons branché l'alimentation de la caméra. Immédiatement après la mise sous tension, les journaux de démarrage (*boot logs*) ont commencé à défiler dans la console, confirmant la réussite de la connexion série et le bon positionnement des sondes.

2.4 Obtention du Shell root

Une fois la connexion série établie, nous avons laissé le processus de démarrage de la caméra se dérouler complètement.

2.4.1 Identification et Authentification :

À la fin de la séquence de boot, le défilement des journaux système s'est interrompu pour laisser place à une invite de connexion (login:).

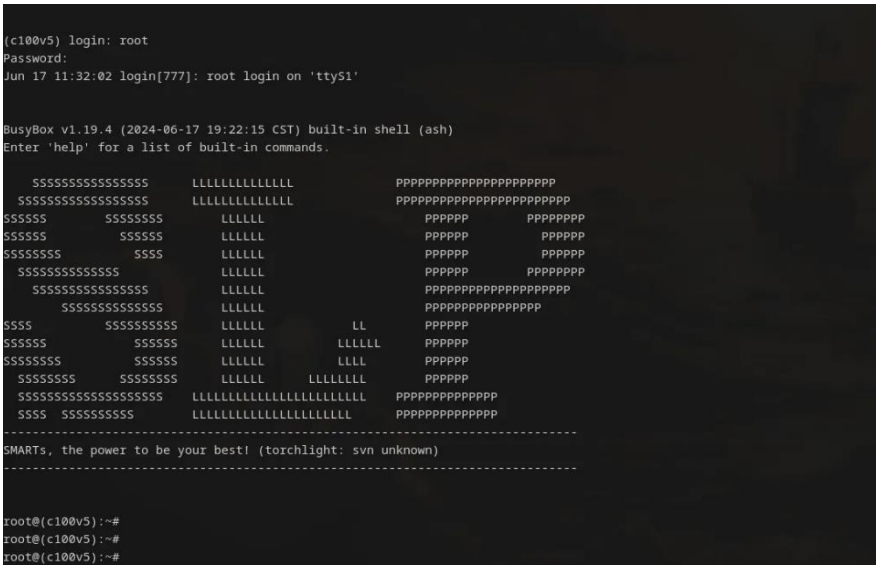
Pour franchir cette étape, nous avons effectué des recherches en ligne afin de trouver des identifiants constructeurs ou des vulnérabilités connues sur ce modèle. Nous avons identifié un article technique spécifique (https://notes.landon.pw/notes/embedded/TP-LINK-Tapo-C100) documentant les accès pour la Tapo C100.

Les identifiants récupérés sont les suivants :

- **Utilisateur :** root
- **Mot de passe :** slpingenic

2.4.2 Validation de l'accès :

Après la saisie de ces identifiants, l'authentification a réussi. L'invite de commande a changé pour afficher root@(c100v5):#, confirmant que nous disposons désormais d'un accès root sur le système d'exploitation embarqué (BusyBox Linux).



2.5 Exploration du File System

Disposant désormais des droits d'administration, nous avons pu explorer l'architecture du système pour localiser l'emplacement précis du firmware.

2.5.1 Localisation des partitions :

Nous avons utilisé la commande ***cat /proc/mtd*** pour afficher la table des partitions mémoire du système (Memory Technology Devices).

```
dev:    size   erasesize  name
mtd0: 0002d800 00001000 "factory_boot"
mtd1: 00002800 00001000 "factory_info"
mtd2: 00010000 00001000 "art"
mtd3: 00010000 00001000 "config"
mtd4: 00020000 00001000 "normal_boot"
mtd5: 0013fe00 00008000 "kernel"
mtd6: 00220000 00008000 "rootfs"
mtd7: 003a0000 00008000 "rootfs_data"
mtd8: 00080000 00008000 "user_record"
mtd9: 00010000 00008000 "verify"
mtd10: 00700000 00008000 "firmware"
mtd11: 00800000 00008000 "uitron"
mtd12: 00800000 00008000 "uitron_ext"
mtd13: 00800000 00008000 "ld"
mtd14: 00800000 00008000 "isp"
mtd15: 007d0000 00008000 "af"
```

L'exécution de cette commande a retourné la liste des zones mémoire mappées. Nous avons identifié la partition **mtd10**, explicitement étiquetée "firmware".

2.5.2 Vérification :

En explorant le dossier des périphériques (/dev), nous avons confirmé la présence du fichier de périphérique correspondant (/dev/mtd10).

```
crw-r--r--    1 root     root       90,   1 Jan  1  1970 mtd0ro
crw-r--r--    1 root     root       90,   2 Jan  1  1970 mtd1
crw-r--r--    1 root     root       90,  20 Jan  1  1970 mtd10
crw-r--r--    1 root     root       90,  21 Jan  1  1970 mtd10ro
crw-r--r--    1 root     root       90,  22 Jan  1  1970 mtd11
crw-r--r--    1 root     root       90,  23 Jan  1  1970 mtd11ro
crw-r--r--    1 root     root       90,  24 Jan  1  1970 mtd12
crw-r--r--    1 root     root       90,  25 Jan  1  1970 mtd12ro
crw-r--r--    1 root     root       90,  26 Jan  1  1970 mtd13
crw-r--r--    1 root     root       90,  27 Jan  1  1970 mtd13ro
crw-r--r--    1 root     root       90,  28 Jan  1  1970 mtd14
crw-r--r--    1 root     root       90,  29 Jan  1  1970 mtd14ro
crw-r--r--    1 root     root       90,  30 Jan  1  1970 mtd15
crw-r--r--    1 root     root       90,  31 Jan  1  1970 mtd15ro
crw-r--r--    1 root     root       90,   3 Jan  1  1970 mtd1ro
crw-r--r--    1 root     root       90,   4 Jan  1  1970 mtd2
crw-r--r--    1 root     root       90,   5 Jan  1  1970 mtd2ro
crw-r--r--    1 root     root       90,   6 Jan  1  1970 mtd3
crw-r--r--    1 root     root       90,   7 Jan  1  1970 mtd3ro
crw-r--r--    1 root     root       90,   8 Jan  1  1970 mtd4
```

Bien qu'il soit techniquement possible de copier ce fichier vers un support externe (comme une carte SD) pour l'exfiltrer logiciellement, l'objectif de ce laboratoire est d'effectuer une extraction matérielle. Cette localisation confirme simplement la cible pour la suite des opérations.

2.6 Recherche de certificats et clés cryptographiques

Disposant d'un accès *root* fonctionnel sur le système en cours d'exécution, nous avons profité de cette connexion privilégiée pour effectuer une première reconnaissance des données sensibles stockées sur l'appareil. L'objectif était d'identifier la présence de certificats et de clés privées potentiellement accessibles en clair dans le système de fichiers.

2.6.1 Inventaire automatisé

Pour localiser ces artefacts, nous avons exécuté une commande de recherche à la racine du système, filtrant les résultats sur les extensions courantes de fichiers cryptographiques (.crt, .pem, .key). La commande utilisée est la suivante :

```
find / -maxdepth 6 -type f \( -name '*crt*' -o -name '*pem*' -o -name '*key*' \) 2>/dev/null
```

L'exécution de cette commande a retourné une liste exhaustive de certificats et clés dispersés dans l'arborescence. Parmi les résultats les plus critiques, nous avons noté :

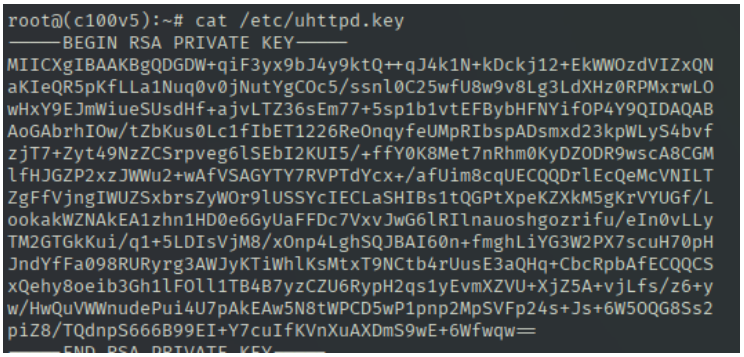
- **Serveur Web (uhttpd) :** Les fichiers /etc/uhttpd.key et /etc/uhttpd.crt, utilisés pour sécuriser l'interface web de la caméra.
- **Protocole ONVIF :** Une paire de clés située dans /rom/mnt/www/cert/onvif/ (private_key.pem et public_key.pem), utilisée pour l'interopérabilité avec les enregistreurs vidéo tiers.
- **Services Cloud :** Des certificats liés à la communication avec le cloud TP-Link, trouvés dans /rom/mnt/www/cert/firmware et /rom/mnt/www/cert/cloud.crt.

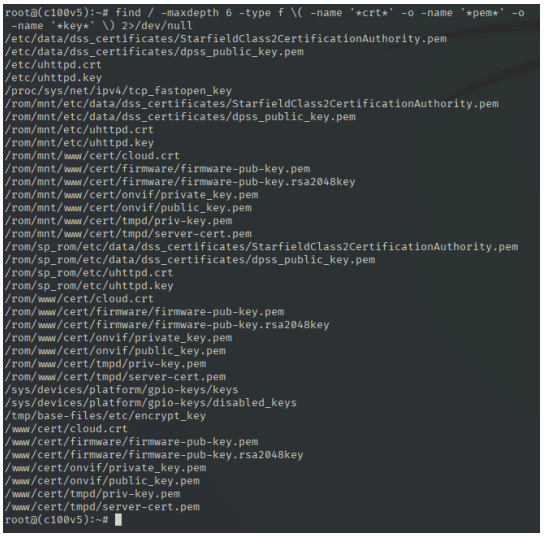
2.6.2 Vérification du contenu

Afin de confirmer la nature critique de ces fichiers, nous avons affiché le contenu de la clé privée du serveur web via la commande cat /etc/uhttpd.key.

L'en-tête -----BEGIN RSA PRIVATE KEY----- visible dans le terminal confirme qu'il s'agit bien d'une clé privée RSA stockée sans chiffrement (au repos) sur la mémoire de la caméra.

Cette découverte via l'UART valide l'intérêt d'effectuer une extraction complète du firmware, car elle confirme que les secrets ne sont pas stockés dans un Secure Element inaccessible, mais bien dans le système de fichiers standard.





3. Extraction du Firmware via la mémoire flash

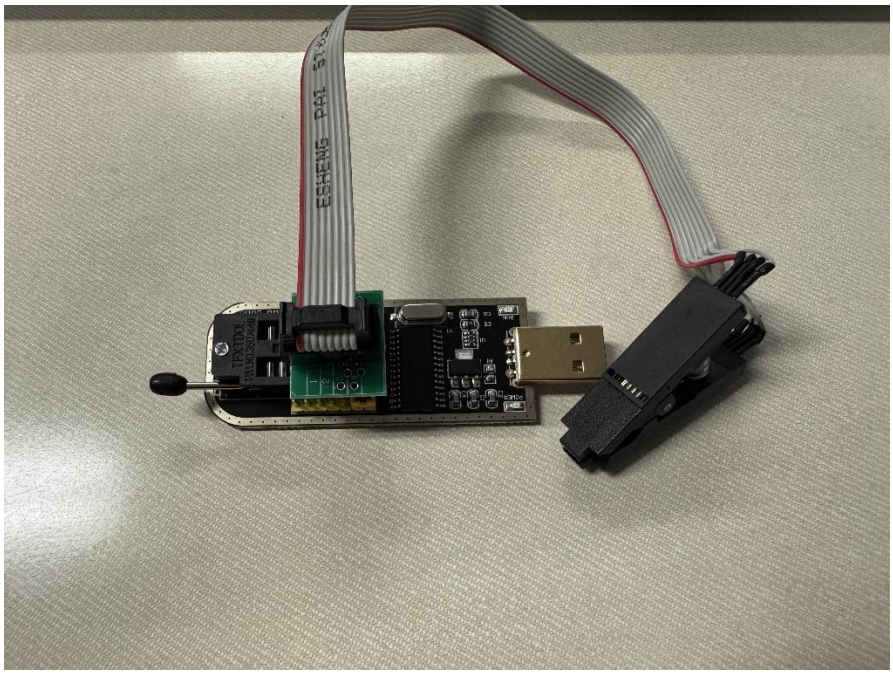
Cette seconde méthode d'extraction vise à contourner les protections logicielles potentielles en lisant directement le contenu de la puce mémoire (SPI Flash) située sur la carte mère.

3.1 Mise en place du matériel

Pour réaliser cette opération sans dessouder le composant, nous avons utilisé un kit de programmation spécifique comprenant :

- **Un programmateur CH341A (Mini Programmer) :** Ce dongle USB permet de s'interfacer avec des puces mémoires de type EEPROM et Flash SPI (séries 24 et 25) pour effectuer des opérations de lecture et d'écriture brutes.
- **Une pince de test SOIC8/SOP8 (Test Clip) :** Cet outil est essentiel pour se connecter physiquement aux 8 broches de la puce mémoire directement sur le circuit imprimé (*In-Circuit Serial Programming*).
- **Un adaptateur SOP8/DIP8 :** Ce petit circuit imprimé sert d'interface entre la nappe de la pince et le support ZIF du programmateur CH341A, assurant la correspondance correcte du câblage.

Ce matériel permet d'établir une liaison directe entre l'ordinateur et l'espace de stockage de la caméra, indépendamment du processeur principal.

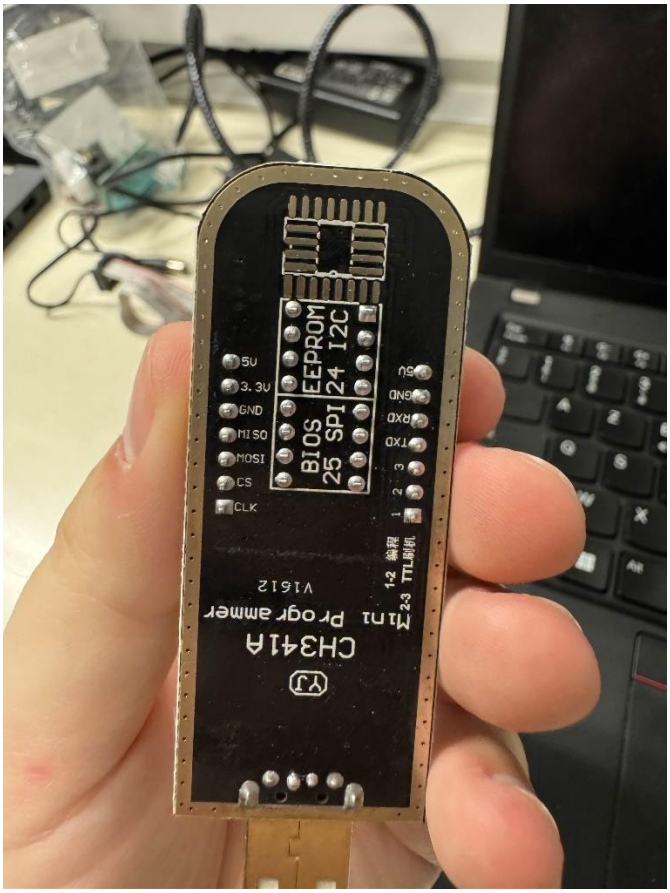


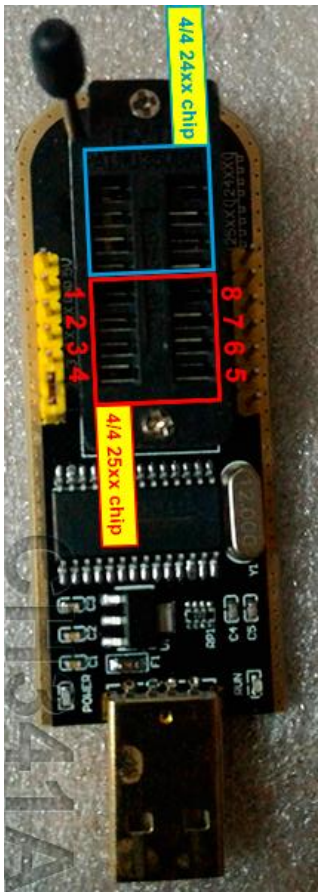
3.1.1 Connexion physique du programmateur

La liaison entre la pince de test (connectée à la puce de la caméra) et l'ordinateur est assurée par le programmateur CH341A via l'adaptateur PCB vert (SOP8 vers DIP8).

Le branchement sur le support ZIF du programmateur a été réalisé selon la logique suivante, justifiée par la sérigraphie du matériel et les standards techniques du CH341A :

1. **Sélection de l'interface (Zone 25 SPI) :** La puce cible étant une mémoire Flash SPI (Série 25), elle nécessite un protocole de communication différent des EEPROMs (Série 24). Nous avons donc utilisé exclusivement la zone identifiée **"25 SPI"** au dos du circuit.
2. **Positionnement physique :** Sur ce modèle de programmateur, cette zone correspond aux **8 emplacements supérieurs** (côté levier de verrouillage), par opposition à la zone inférieure réservée au protocole I2C.
3. **Orientation (Pin 1) :** L'adaptateur a été inséré en alignant son repère "Pin 1" (correspondant au fil rouge de la nappe) avec l'encoche indiquée sur le schéma du programmateur (en haut à gauche). Cet alignement est critique pour garantir la correspondance des broches de données (MOSI, MISO) et d'horloge (CLK).





3.2 Identification et spécifications du composant mémoire

Avant de procéder à la lecture, il est impératif d'identifier précisément le modèle de la puce pour configurer correctement le protocole de communication SPI. Une inspection visuelle à l'aide d'une loupe sur le circuit imprimé de la Tapo C100 a permis de relever la référence gravée au laser : **XMC25QH64DH1Q**.

L'analyse de cette référence nous donne les spécifications techniques suivantes :

- **Fabricant :** XMC (Wuhan Xinxin Semiconductor Manufacturing Corp).
- **Série :** 25QH (Mémoire Flash SPI, 3.3V).
- **Capacité :** 64 Mbits, ce qui correspond à **8 Mo** (Mégaoctets).
- **Interface :** SPI (Serial Peripheral Interface).

Cette capacité de 8 Mo est cohérente avec l'analyse logicielle effectuée précédemment via le port série (UART), où nous avions identifié plusieurs partitions dont la somme couvre l'espace d'adressage complet de la mémoire.

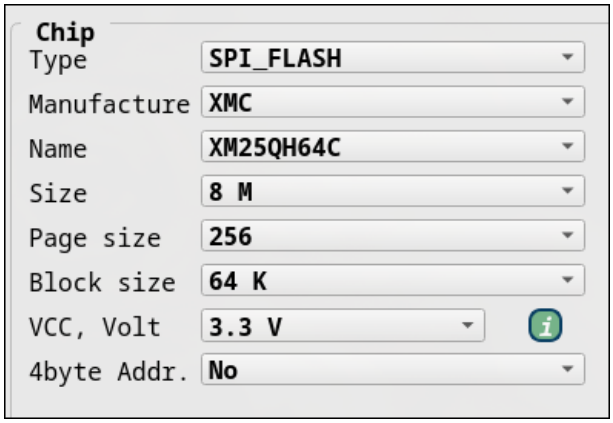
3.3 Configuration du logiciel d'extraction (IMSProg)

Pour l'interface logicielle, nous avons utilisé l'outil **IMSProg** (compatible Linux/Windows), reconnu pour sa fiabilité avec les programmateurs basés sur la puce CH341A.

La détection automatique (fonction *Detect*) couplée à une configuration manuelle a permis de définir les paramètres de lecture optimaux pour éviter toute corruption de données.

Paramètres retenus pour l'extraction :

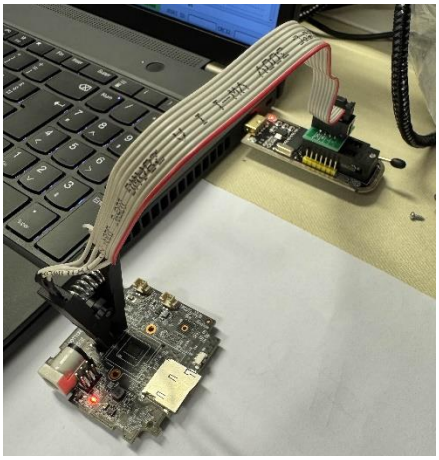
- **Chip Type :** SPI_FLASH (Protocole série standard).
- **Manufacture :** XMC (Fabricant identifié).
- **Name :** XM25QH64C (Variante compatible détectée pour la version 64Mbit).
- **Size :** 8 M (La taille totale du dump sera de 8 388 608 octets).
- **Page size :** 256 (Unité standard de programmation pour les mémoires Flash NOR).
- **Block size :** 64 K (Taille du bloc d'effacement standard).
- **4byte Addr. :** No.



3.4 Procédure de lecture et analyse du dump

3.4.1 Lecture physique du composant

Une fois la pince de test correctement positionnée sur la puce XMC et le programmateur configuré, l'ensemble a été connecté au port USB de la station d'analyse. Comme illustré ci-dessous, la LED d'état du programmateur confirme l'alimentation du circuit.



L'opération de lecture a été lancée via le logiciel **IMSProg** avec les paramètres définis à l'étape précédente. Le processus a permis de copier l'intégralité du contenu de la mémoire Flash vers un fichier binaire brut nommé firmware_camera.bin sur notre machine locale.

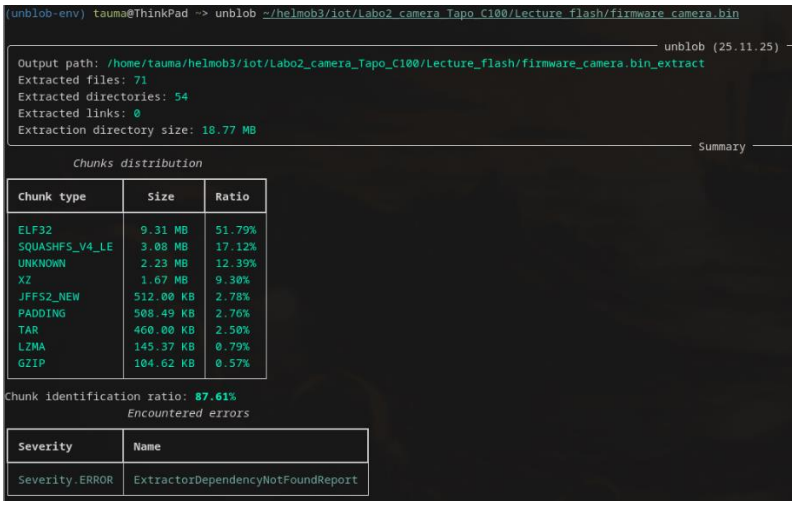
3.4.2 Analyse de la structure avec Unblob

Disposant désormais de l'image brute du système, l'étape suivante a consisté à en extraire les composants logiques (systèmes de fichiers, noyaux, fichiers de configuration). Pour cela, nous avons utilisé l'outil unblob, un extracteur automatisé spécialisé dans l'analyse de firmwares IoT.

La commande suivante a été exécutée sur le fichier dump :

```
unblob ~/firmware_camera.bin
```

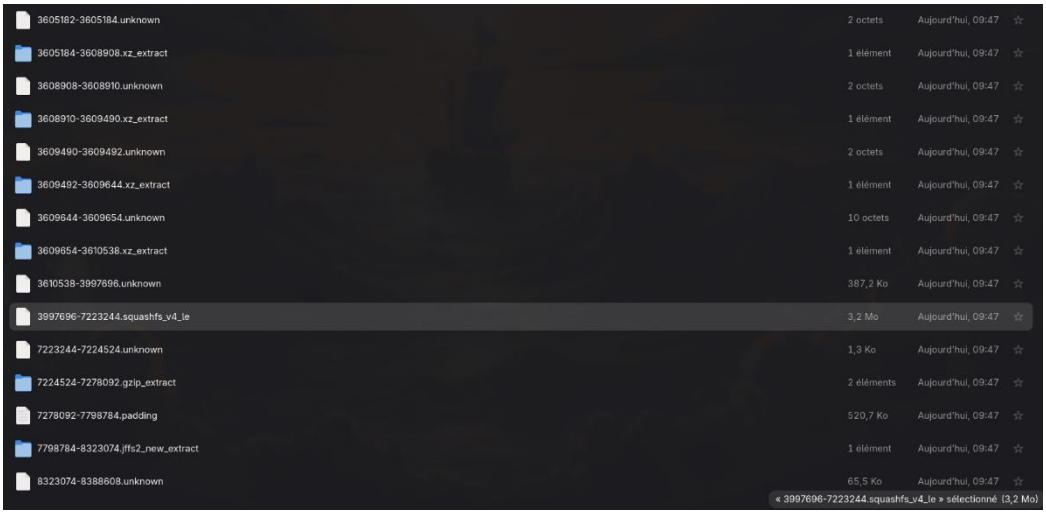
L'outil a identifié et extrait automatiquement plusieurs segments ("chunks") distincts, comme le montre le rapport d'exécution ci-dessous :



3.4.3 Identification du système de fichiers (SquashFS)

L'analyse des résultats d'extraction révèle un élément critique pour la suite de nos recherches : la présence d'une partition SquashFS (version 4, Little Endian) d'une taille d'environ 3 Mo.

En explorant le dossier de sortie généré par unblob, nous avons pu isoler ce fichier spécifique :



Ce fichier ...squashfs_v4_le correspond au Root Filesystem (RootFS**)** de la caméra. C'est dans cette archive que se trouvent l'arborescence des dossiers Linux, les scripts de démarrage et les binaires propriétaires de TP-Link que nous cherchons à analyser.

3.5 Décompression et analyse du système de fichiers (RootFS)

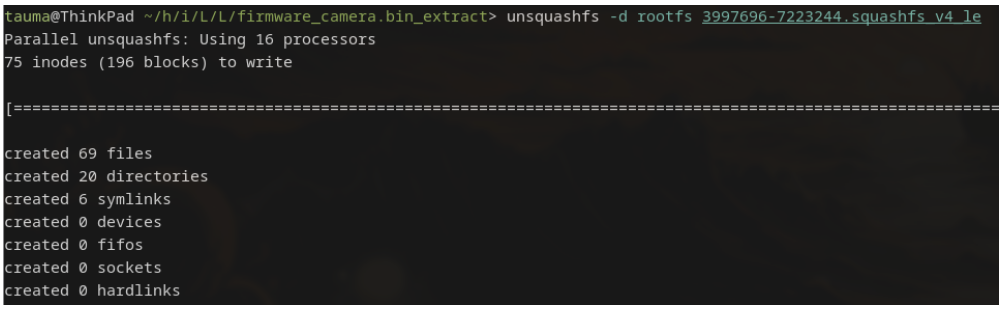
3.5.1 Extraction du contenu SquashFS

L'analyse précédente avec unblob ayant identifié une partition de type SquashFS v4 (Little Endian), nous avons procédé à sa décompression manuelle pour accéder à l'arborescence des fichiers.

Nous avons utilisé l'outil unsquashfs avec l'option -d pour extraire le contenu dans un répertoire nommé rootfs. La commande exécutée est la suivante :

```
unsquashfs -d rootfs 3997696-7223244.squashfs_v4_le
```

Comme l'illustre la capture ci-dessous, l'outil a réussi à extraire 69 fichiers et 20 répertoires sans erreur.



3.5.2 Exploration de l'arborescence

Une fois l'extraction terminée, nous avons exploré le dossier rootfs. Nous y retrouvons une structure de répertoires standard pour un système Linux embarqué (bin, etc, lib, usr), confirmant que nous avons bien accès à la racine du système d'exploitation de la caméra.

```
tauma@ThinkPad ~/h/i/L/L/firmware_camera.bin_extract> ll rootfs/
total 20K
drwxr-xr-x 2 tauma tauma 4,0K 17 jun  2024 bin/
drwxr-xr-x 3 tauma tauma 4,0K 17 jun  2024 config/
drwxr-xr-x 7 tauma tauma 4,0K 17 jun  2024 etc/
drwxr-xr-x 4 tauma tauma 4,0K 17 jun  2024 lib/
drwxr-xr-x 5 tauma tauma 4,0K 17 jun  2024 usr/
```

3.5.3 Recherche de certificats et clés cryptographiques

L'objectif principal de cette extraction était d'identifier la présence de certificats ou de clés privées stockés en clair, ce qui constituerait une vulnérabilité potentielle.

Nous avons concentré notre recherche sur le répertoire /etc, emplacement habituel des fichiers de configuration et des secrets sur ce type d'appareil. L'exploration de ce dossier (cd rootfs/etc) a immédiatement révélé la présence de deux fichiers critiques pour le serveur web embarqué de la caméra (uhttpd) :

- uhttpd.crt : Le certificat public
- uhttpd.key : La clé privée associée

```
tauma@ThinkPad ~/h/i/L/L/firmware_camera.bin_extract> cd rootfs/etc
tauma@ThinkPad ~/h/i/L/L/f/r/etc> ll
total 56K
drwxr-xr-x 3 tauma tauma 4,0K  6 mar  2024 data/
drwxr-xr-x 2 tauma tauma 4,0K 17 jun  2024 default_isp/
-rw-r--r-- 1 tauma tauma    0  6 mar  2024 dnsd.conf
-rwxr-xr-x 1 tauma tauma  19K 10 mai  2024 dsd_convert.json*
-r--r--r-- 1 tauma tauma   32 17 jun  2024 hw_id.bin
drwxr-xr-x 2 tauma tauma 4,0K 24 mai  2024 isp_extra/
drwxr-xr-x 2 tauma tauma 4,0K 17 jun  2024 OSD/
drwxr-xr-x 2 tauma tauma 4,0K 17 jun  2024 plugins/
lrwxrwxrwx 1 tauma tauma   19 17 jun  2024 sensor -> /tmp/base-files/cfg
-rwxr-xr-x 1 tauma tauma  741  6 mar  2024 uhttpd.crt*
-rwxr-xr-x 1 tauma tauma  891  6 mar  2024 uhttpd.key*
-rwxr-xr-x 1 tauma tauma  871  6 mar  2024 webrtc_profile.ini*
```

Afin de réaliser un inventaire exhaustif de tous les certificats présents dans le système de fichiers, nous avons exécuté une commande de recherche automatisée ciblant les extensions courantes (.crt, .pem, .key) :

```
tauma@ThinkPad ~/h/i/L/L/> find ./ -maxdepth 10 -type f ( -name 'crt' -o -name 'pem' -o -name 'key' )
2>/dev/null
```

Cette recherche a permis de localiser deux autres fichiers dans le sous-dossier data/dss_certificates :

1. StarfieldClass2CertificationAuthority.pem (Une autorité de certification racine).
2. dpss_public_key.pem (Une clé publique probablement utilisée pour la vérification de signature ou le chiffrement de flux vidéo).

```
tauma@ThinkPad ~/h/i/L/L/f/r/etc> find ./ -maxdepth 10 -type f \( -name '*crt*' -o -name '*pem*' -o -name '*key*' \) 2>/dev/null
./uhttpd.key
./data/dss_certificates/StarfieldClass2CertificationAuthority.pem
./data/dss_certificates/dpss_public_key.pem
./uhttpd.crt
```

4. Conclusion

Ce laboratoire consacré à l'analyse de la caméra TP-Link Tapo C100 nous a permis d'explorer concrètement les surfaces d'attaque matérielles d'un dispositif IoT grand public. L'objectif initial, qui était d'extraire et d'analyser le firmware, a été pleinement atteint grâce à la mise en œuvre complémentaire de deux vecteurs d'attaque : l'exploitation du port série (UART) et l'extraction physique de la mémoire Flash (SPI Dump).

La première phase via l'UART a mis en lumière un choix de conception risqué : le maintien d'une interface de débogage active et verbeuse sur un produit final. Bien qu'un effort d'obfuscation soit notable (le port étant situé au dos de la carte et dépourvu de tout marquage standard) cette "sécurité par l'obscurité" n'a pas suffi à empêcher l'identification des broches. Une fois la connexion physique établie, la compromission du système a été triviale en raison de l'utilisation d'identifiants constructeur par défaut (root / slpingenic) documentés en ligne.

La seconde phase, via l'utilisation du programmateur CH341A et de la pince de test, a démontré qu'il est possible de réaliser une copie intégrale du système sans dessouder de composant sans destruction du matériel et sans posséder le mot de passe. L'absence de protection contre la lecture (Readout Protection) sur la puce mémoire XMC 25QH64 facilite grandement la récupération du code binaire.

Enfin, l'analyse de l'image extraite, réalisée avec les outils Unblob et SquashFS-tools, a révélé que le système de fichiers n'est pas chiffré. Cette transparence a permis d'exposer des données sensibles critiques, notamment les clés privées RSA du serveur web (uhttpd.key) et les certificats de communication, stockés en clair dans le répertoire /etc.

En conclusion, ce travail démontre que la sécurité de ce dispositif repose essentiellement sur l'intégrité physique de son boîtier. Une fois qu'un attaquant dispose d'un accès physique à la caméra, la compromission totale du système (accès root, vol de certificats, modification de firmware) est réalisable avec un matériel peu coûteux et des logiciels open source.

5. Bibliographie

Bios-Mods. (2016, 24 décembre). *[GUIDE] Flash BIOS with CH341A programmer*

https://www.bios-mods.com/forum/Thread-GUIDE-Flash-BIOS-with-CH341A-programmer?page=3

Electronics&Computers. (2025, 29 juin). *How to Fix a Corrupted BIOS with a $5 Programmer | CH341A BIOS Flash Tutorial* [Vidéo]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=mSLKlLcOAKM

Landon. (n.d.). *TP-LINK Tapo C100*. Landon's Notes.

https://notes.landon.pw/notes/embedded/TP-LINK-Tapo-C100

Matt Brown. (2024, 17 décembre). *In-Circuit Firmware Extraction with the CH341A - The Poor Man's Flash Programmer* [Vidéo]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=6Z5aWu9tqmA

Matt Brown. (2025, 3 décembre). *Is This Malware? - Rooting the SuperBox S6 Pro* [Vidéo]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=R82pt4rLhBQ

ONEKEY. (n.d.). *Installation*. Unblob.

https://unblob.org/installation/