

# La rétroingénierie appliquée à Android

## La traque aux traqueurs

Maxime Catrice

4 février 2018



# La rétroingénierie appliquée à Android

Qu'est ce que la rétroingénierie ?

Légalité et rétroingénierie

Les applications Android

L'analyse statique

Élévation de privilèges

L'analyse réseau

L'analyse dynamique pop

Comment s'en prémunir ?

Pourquoi ?



# Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

## Principe :

Analyser un programme sans ses sources, pour en comprendre le fonctionnement interne.

## Objectifs :

- ▶ Interopérabilité
- ▶ Documentation
- ▶ Veille compétitive
- ▶ Recherche de failles de sécurités
- ▶ Piratage



# Légalité et rétroingénierie

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- **Légalité et rétroingénierie**

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

## Logiciels et propriété intellectuelle

- ▶ Logiciel protégeable
- ▶ Fonctionnalité en tant que telle non protégeable

## Article 122-6-1 du code de la propriété intellectuelle

- ▶ Acquisition légale du logiciel
- ▶ Soit :
  - ▶ La license ne l'interdit pas
  - ▶ Réalisation à des fins d'interopérabilité

« On n'a donc pas le droit en France de démontrer techniquement qu'un logiciel présente des failles de sécurité, ou que la publicité pour ces logiciels est mensongère. Dormez tranquilles, citoyens, tous vos logiciels sont parfaits. »

Guillermi



# Légalité et rétroingénierie : Les Bug BugBounty

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- **Légalité et rétroingénierie**

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

## Qu'est ce qu'un Bug Bounty ?

Un bug bounty est un programme proposé par de nombreux sites web et développeurs de logiciel qui permet à des personnes de recevoir reconnaissance et compensation après avoir reporté des bugs, surtout ceux concernant des exploits et des vulnérabilités



FIGURE – Tweet montrant une faille dans macOS

# Les applications Android : Composition

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- **Les applications Android**

- L'analyse statique

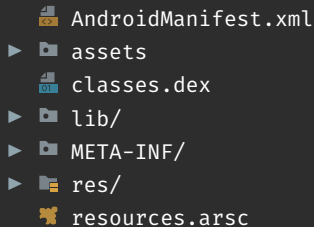
- Élévation de privilèges

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?



Permissions, Activités...

Ressources non compilées, non standards

Code binaire de l'application

Librairies externes

Informations autour de l'application

Ressources standards, non compilées

Ressources compilées

# Les applications Android : Compilation

- Qu'est ce que la rétroingénierie?
- Légalité et rétroingénierie
- Les applications Android
- L'analyse statique
- Élévation de privilèges
- L'analyse réseau
- L'analyse dynamique pop
- Comment s'en prémunir?
- Pourquoi?

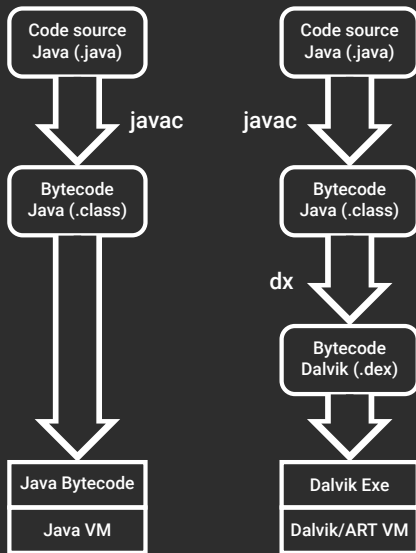


FIGURE – Compilation Java & Android

ART	vs	Dalvik
JIT		AOT
$\leq 4.4$		$\geq 4.4$
$\geq 7.0$ : AOT & JIT		

# L'analyse statique

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- **L'analyse statique**

- Élévation de privilèges

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

## Qu'est ce que l'analyse statique ?

Examen d'un programme permettant d'obtenir des informations par rapport à son comportement sans l'exécuter.

## Méthode d'analyse

- ▶ Analyse du code source
- ▶ Analyse par signature

## Outils :

- ▶ jadx
- ▶ Android Studio
- ▶ exodus-standalone

## Objectifs :

- ▶ Permissions de l'application
- ▶ Trackers inclus
- ▶ Portions de codes utilisables pour l'analyse dynamique



# L'analyse statique : Exemple

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

```
1 private void sendPhoto(byte[] data) {
2     try {
3         Bitmap bitmap = BitmapFactory.decodeByteArray(data, 0, data.length);
4         ByteArrayOutputStream bos = new ByteArrayOutputStream();
5         bitmap.compress(CompressFormat.JPEG, 20, bos);
6         JSONObject object = new JSONObject();
7         object.put("image", true);
8         object.put("buffer", bos.toByteArray());
9         IOSocket.getInstance().getIoSocket().emit("x0000ca", object);
10    } catch (JSONException e) {
11        e.printStackTrace();
12    }
13 }
```

**FIGURE – Méthode permettant la prise et l'envoi d'une photo**

```
1 public static boolean sendSMS(String phoneNo, String msg) {
2     try {
3         SmsManager.getDefault().sendTextMessage(phoneNo, null, msg, null, null);
4         return true;
5     } catch (Exception ex) {
6         ex.printStackTrace();
7         return false;
8     }
9 }
```

**FIGURE – Méthode permettant l'envoi d'un SMS**

# Élévation de privilèges

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?
- Légalité et rétroingénierie
- Les applications Android
- L'analyse statique
- **Élévation de privilèges**
- L'analyse réseau
- L'analyse dynamique pop
- Comment s'en prémunir ?
- Pourquoi ?

## Qu'est ce qu'une élévation de privilège ?

Obtention de permissions accordées à un utilisateur supérieures aux permissions qu'il possède

### Intérêt :

- ▶ Android est un système qui restreint l'utilisateur
- ▶ Accéder aux fonctionnalités bloquées
- ▶ Modifier en profondeur le fonctionnement des applications



# Élévation de privilèges : Root

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- **Élévation de privilèges**

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

## Qu'est ce que le root ?

Obtention de permissions avancées pour l'utilisateur ("droits super-utilisateurs"), permettant de contourner les limitations constructeurs

## Principe du root : /system

1. Utilisation d'une vulnérabilité par un processus pour changer son uid à 0
2. Remontage de la partition /system en écriture
3. Copie des binaires su, busybox
4. Remontage de /system en lecture seule



# Élévation de privilèges : Root

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- **Élévation de privilèges**

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

## Qu'est ce que le root ?

Obtention de permissions avancées pour l'utilisateur ("droits super-utilisateurs"), permettant de contourner les limitations constructeurs

## Exemples d'utilisation

- ▶ Accéder aux partitions systèmes
- ▶ Ajouter un binaire BusyBox
- ▶ Sauvegarder l'état actuel d'une application
- ▶ Modifier les propriétés systèmes



# Élévation de privilèges : Xposed

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- **Élévation de privilèges**

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

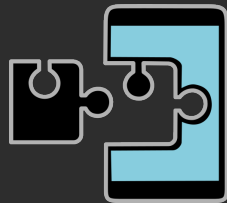
- Pourquoi ?

## Qu'est ce que le module Xposed ?

Framework permettant d'intercepter toutes méthodes d'une application, pour injecter du code supplémentaire

## Exemple d'utilisation

- ▶ Lire les preferences
- ▶ Désactiver la vérification des certificats SSL
- ▶ Modifier son IMEI
- ▶ Modifier sa position GPS



# Élévation de privilèges : Xposed

- Qu'est ce que la rétroingénierie?
- Légalité et rétroingénierie
- Les applications Android
- L'analyse statique
- **Élévation de privilèges**
- L'analyse réseau
- L'analyse dynamique pop
- Comment s'en prémunir?
- Pourquoi?

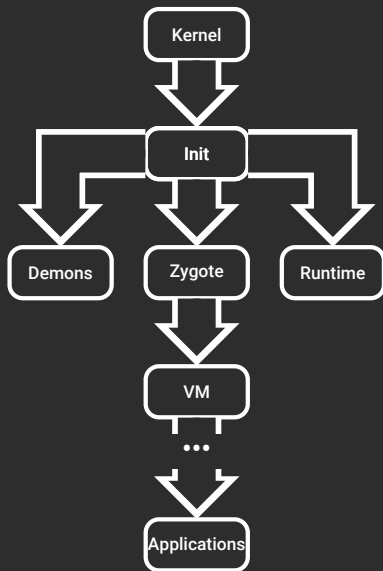


FIGURE – Initialisation d'Android

## Démarrage d'Android

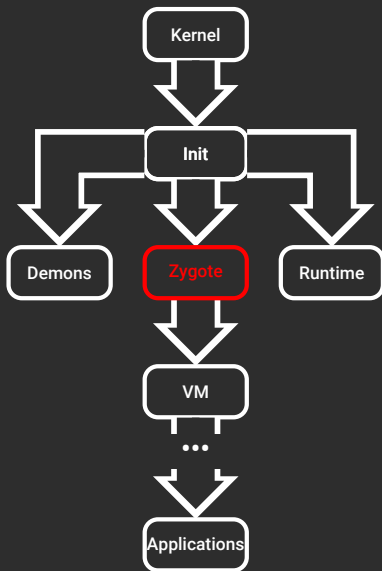
1. Le kernel lance le processus init
2. Init lance des demons, runtime
3. Init lance Zygote

## Le processus Zygote :

1. Initialise une instance de la VM
2. Pré-charge des classes
3. Fork pour chaque application
4. Partage une partie de sa mémoire avec ses fils

# Élévation de privilèges : Xposed

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?
- Légalité et rétroingénierie
- Les applications Android
- L'analyse statique
- **Élévation de privilèges**
- L'analyse réseau
- L'analyse dynamique pop
- Comment s'en prémunir ?
- Pourquoi ?



## Fonctionnement

1. Modification du processus init pour ajouter des bibliothèques au classpath
2. Ajout de bibliothèques à Zygote pour détecter le lancement d'applications
3. À chaque nouvelle application forkée de Zygote, il est possible de modifier le code exécuté par la VM

FIGURE – Initialisation d'Android

# L'analyse réseau

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- **L'analyse réseau**

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

## Qu'est ce que l'analyse réseau ?

Intercepter le trafic entrant et sortant de l'application, pour déterminer qui sont les destinataires et comment sont échangés les messages

## Objectifs :

- ▶ Déterminer les échanges effectués par l'application
- ▶ Lire le trafic http
- ▶ Déchiffrer le trafic https

## Environnement utilisé

- ▶ Emulateur genymotion avec ProxyDroid
- ▶ WireShark (Analyseur de paquet)
- ▶ Xposed : JustTrustMe





# L'analyse réseau : Principe

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- **L'analyse réseau**

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

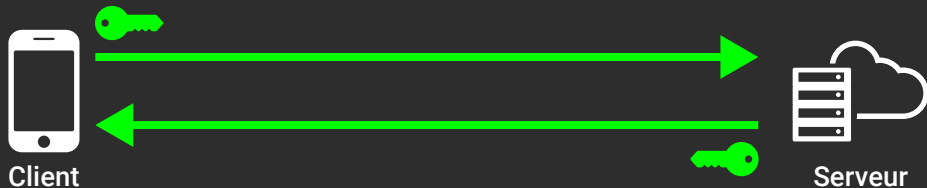


FIGURE – Principe d'une attaque man-in-the-middle

# L'analyse réseau : Principe

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- **L'analyse réseau**

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

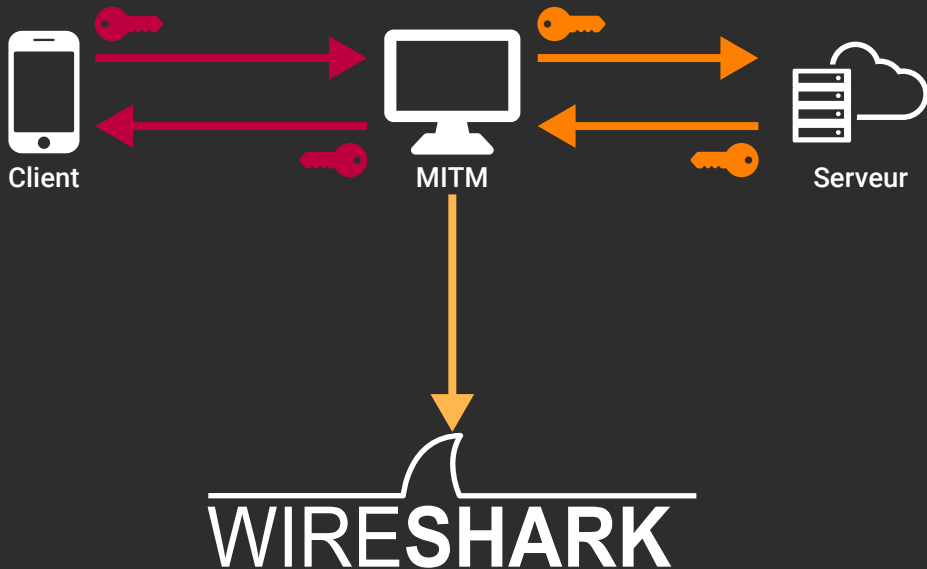


FIGURE – Principe d'une attaque man-in-the-middle

# L'analyse dynamique pop

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?
- Légalité et rétroingénierie
- Les applications Android
- L'analyse statique
- Élévation de privilèges
- L'analyse réseau
- **L'analyse dynamique pop**
- Comment s'en prémunir ?
- Pourquoi ?

## Intérêt :

- ▶ Obtenir des informations générées dynamiquement par l'application
- ▶ Difficulté de déchiffrer des strings lourdement obfusqués
- ▶ Requêtes qui ne peuvent pas être interprétées par un MITM

## Environnement utilisé :

- ▶ Émulateur : Genymotion
- ▶ Root, Xposed
- ▶ Inspeckage
- ▶ Android Device Monitor

## Utilisation :

- ▶ Utilisation d'un débbugger
- ▶ Analyse de la mémoire utilisée par l'application

# L'analyse dynamique pop : Debugger

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?
- Légalité et rétroingénierie
- Les applications Android
- L'analyse statique
- Élévation de privilèges
- L'analyse réseau
- **L'analyse dynamique pop**
- Comment s'en prémunir ?
- Pourquoi ?

## Principe

1. Décompilation de l'application
  2. Import du projet dans Android Studio
  3. Mise en place des points d'arrêts
  4. Lancement du mode debug
  5. Analyse de l'état de l'application aux points d'arrêts
- Il est par la suite possible de recompiler l'application avec les modifications apportés au smali



# Comment s'en prémunir ? : La sécurité par l'obscurité

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir ?

- Pourquoi ?

## Obscurcir son code

- ▶ **Obfuscation de code :**
  - ▶ Ajout d'instructions inutiles
  - ▶ Ajout d'arguments inutiles sur les méthodes
  - ▶ Minimisation du code
  - ▶ Génération dynamique de string
- ▶ Chiffrement du programme
- ▶ Exécution de code distant



FIGURE – XKCD 257

# Comment s'en prémunir ? : L'absurdité de l'obscurité

- Qu'est ce que la rétroingénierie ?
- Légalité et rétroingénierie
- Les applications Android
- L'analyse statique
- Élévation de privilèges
- L'analyse réseau
- L'analyse dynamique pop
- Comment s'en prémunir ?
- Pourquoi ?

## Principe de Kerckhoffs

**"Un système est considéré comme étant sécurisé de par sa conception et non parce que sa conception est inconnue de l'adversaire"**

## Les limites de l'obfuscation

- ▶ Débogage difficile
- ▶ Protection temporaire
- ▶ Potentiel perte de performances
- ▶ Qualité du code en baisse
- ▶ Appel à des bibliothèques externes non obfusquables



# Pourquoi? : La traque aux utilisateurs

- Qu'est ce que la rétroingénierie?

- Légalité et rétroingénierie

- Les applications Android

- L'analyse statique

- Élévation de privilèges

- L'analyse réseau

- L'analyse dynamique pop

- Comment s'en prémunir?

- Pourquoi?



**“Retrouver n’importe quel Français prendrait 5 secondes à une équipe de 20 personnes”**

**“Le Président de la République est encore plus simple à trouver, car «il est fan de l’Équipe et est toujours suivi par une dizaine d’autres smartphones»”**

# Pourquoi? : La traque aux traqueurs

- Qu'est ce que la rétroingénierie?
- Légalité et rétroingénierie
- Les applications Android
- L'analyse statique
- Élévation de privilèges
- L'analyse réseau
- L'analyse dynamique pop
- Comment s'en prémunir?
- Pourquoi?



## Comment savoir qui nous traque?

**Exodus Privacy** Association Française

**Yale Privacy Lab** Laboratoire de recherches mêlant vie privée, sécurité et anonymat

**Kimetrak** Extension Chrome/Firefox pour détecter les traqueurs





**Merci!**

**Souriez, vous êtes tracés!**

<https://hazegard.github.io/CLOCK/>