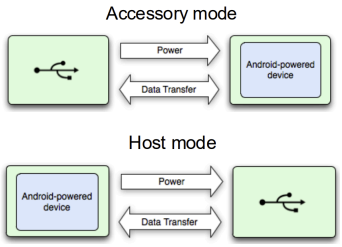
1 Protocoles de proximité

1.1 USB (Universal Serial Bus)

L'USB, présent sur **tous les mobiles récents**, est fiable pour transférer de **grosses quantités de données**. Il est directionnel (périphérique vers hôte). Initialement, smartphones = périphériques ; aujourd'hui, ils peuvent être **hôtes** (alimenter/recevoir des périphériques).



1.1.1 USB-C

Le connecteur **USB-C est réversible** (24 pins) et permet échange de données (multi-standards) et alimentation. **Attention : capacités variables** (charge, vitesse, standards : USB 2.0 à 4.0, Thunderbolt 4, puissance 60W-240W) malgré une apparence identique.

1.1.2 USB-C - Quelques exemples de standards

Normes USB (débit) :

- USB 2.0 : **480 Mbps** (2000)
- USB 3.2 Gen 1 (USB 3.0) : **4 Gbps** (2008)
- USB 3.2 Gen 2 (USB 3.1) : **10 Gbps** (2013)
- USB 3.2 Gen 2x2 : **20 Gbps** (2017)
- USB 4 Gen 3x2 : **40 Gbps** (2019)
- USB 4 Gen 4 : **80 Gbps** (2022)

USB Power Delivery (PD) permet une charge jusqu'à **240W** ($48V \cdot 5A$), si supporté.

Thunderbolt utilise aussi USB-C.

1.1.3 USB - Android

Périphériques USB communs (stockage, clavier, souris, Ethernet, manette) sont **souvent supportés par défaut** sur Android (compatibilité variable). Le SDK Android permet d'intégrer des **pilotes USB spécifiques** (ex: caméra).

1.1.4 USB - iOS

Sur iOS, accessoires non reconnus nativement nécessitent le **programme MFi** *(Made For iPhone)*. Ce programme Apple certifie et donne accès à des ressources (API Bluetooth, CarPlay, Find My). Périphériques peuvent nécessiter une **puce MFi**. Lightning = USB 2.0 (480 Mbps). iPhone 15 marque la transition vers **USB 3.2 Gen 2 (10 Gbps)**.

1.1.5 USB - iOS - Alternatives

Le port jack (supprimé en 2016) était une parade MFi ; adaptateurs Lightning/jack requièrent aussi MFi. Cartes Ethernet supportées nativement. Protocoles réseau possibles (ex: webcam via boîtier RTP).

2 Les codes-barres

2.1 Qu'est-ce qu'un code-barres ? - Origines

Code-barres : données (num/alpha) en barres claires/foncées (épaisseur/espacement), lisibles par machines. 1961 : wagons. 1974 : 1er produit en caisse.

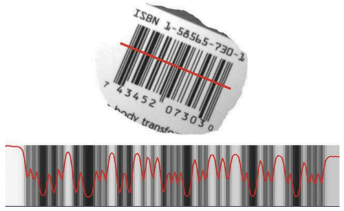
2.2 Différents types de codes-barres unidimensionnels (1D)

Codes 1D avec leurs jeux de caractères :

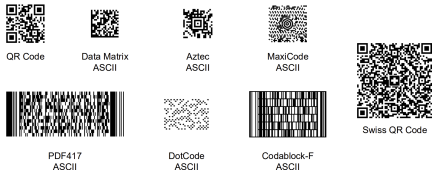
- **Code-11 :** `[0-9] + "-"` (ex: 123456)
- **Code-39 :** `[A-Z] [0-9] [ - . $ / + % ]` (ex: AB12)
- **Code-93 :** `[A-Z] [0-9] [_ - . $ / + %]` (ex: AB-12/+)
- **Code-128 :** ISO-8859-1 (ex: Eeéè)
- **EAN-13 :** `[0-9]` – longueur 13 (ex: 7601234568903)
- **UPC-A :** `[0-9]` – longueur 12 (ex: 760123456787)
- **DAFT :** `[DAFT]`

2.3 Lecture d'un code-barres 1D

Historiquement : **faisceau laser**, analyse lumière réfléchie. Efficace pour 1D. **Faible densité d'info** (identifiants) ; applications récentes demandent plus.



2.4 Différents types de codes-barres bidimensionnels (2D)



2.5 Lecture d'un code-barres 2D

Lecture via **analyse photo**. QR Code : motifs de position, alignement, format. Image parfaite difficile (reflets). **QR Codes intègrent code correcteur d'erreurs** : 4 niveaux disponibles L(7%), M(15%), Q(25%), H(30%). Permet lecture même si partiellement endommagé.

2.6 Différentes tailles de Codes QR

QR Codes : **longueur variable**, 4 modes (max. 7'089 chiffres, 4'296 alphanum, 2'953 ISO-8859-1 et 1'817 Kanji). Taille (Version) de 1 (21·21, 152 bits L) à 40 (177·177, 23'648 bits L).

2.7 Différents types de Codes QR (contenu structuré)

Formats standardisés : `tel:`, `https:`, `mailto:`, `geo:`, `WIFI:`, `VEVENT` (calendrier), `VCARD` (carte de visite).

```
BEGIN:VEVENT
SUMMARY:Festival
DTSTART:20230728T160000Z
DTEND:20230728T213000Z
LOCATION:Bord de plage
END:VEVENT
```

2.8 Différents types de Codes QR - Texte libre

Mode texte libre pour besoins spécifiques (ex: JSON, données certif. Covid encodées Base45).

2.9 Différents types de Codes QR - Exemple GS1

D'ici 2027, QR Code GS1 remplacera code barres EAN. Contiendra URI produit (digital link : num lot/série, infos nutri, marketing), identifiant GS1(déjà contenu dans EAN), métadonnées (série, lot, date exp.). Utilisable sur tags NFC.

2.10 Différents types de Codes QR - Dynamiques

QR Codes dynamiques : URL redirigeant vers contenu réel. Permet **màj contenu, redirection selon matériel du client, URL courtes, obtention de stats d'utilisation**. Confiance fournisseur cruciale (Disponibilité, sécurité, confidentialité).

2.11 Codes QR - Lecture sur mobile

Souvent via app appareil photo native. Apps tierces existent (parfois publicitaires). Android : librairies `zxing` (Java, maintenance) et `ML Kit` (Google, ML) pour intégration.

2.12 Codes QR - Utilisations sur smartphone

Smartphone = lecteur. Librairie `zxing` peut aussi générer/afficher QR Codes.

3 Le NFC (Near Field Communication)

3.1 NFC - Near Field Communication (Généralités)

NFC : sous-classe RFID. Tag passif alimenté par lecteur. **Très courte portée** (max 3-4cm), **communication bidirectionnelle**. Majorité smartphones Android (SDK complet) et iOS (iPhones/Watch) équipés. iOS : accès API progressif (lecture NDEF 2017, écriture 2019). UE accuse Apple de limiter accès NFC (paiements).

3.2 NFC - Near Field Communication (Modes de fonctionnement)

Trois modes NFC :

- **Mode émulation de carte (HCE) :** Mobile = carte sans contact (ex: paiement).
- **Lecture / Ecriture :** Mobile lit/écrit tags passifs (stockage, actions (ouvrir url, etc)).
- **Mode peer-to-peer :** Échange direct entre deux appareils NFC.

3.3 NFC - Lecture / Ecriture de tags (Technologies et Types)

Technologies NFC : NFC-A/B/F/V, MifareClassic/Ultralight. Types de tags 1 à 5 (capacités variables : ex NTAG210µ 48B, NTAG216 888B).

3.4 NDEF - NFC Data Exchange Format

NDEF : format standardisé pour messages sur tags NFC / entre smartphones. **Well-Knowns** : URI (http:, tel:, mailto:, etc.), TEXT (premier byte encodage), SMART-POSTER(URI + metadata (titre, logo)). API Android : bas et haut niveau. iOS : plus abstrait (nouvelles API spécifiques pour devs/pays sélectionnés car apple pue).

3.5 Utilisation de NFC sur Android (Permissions et Intent-filter)

Permission

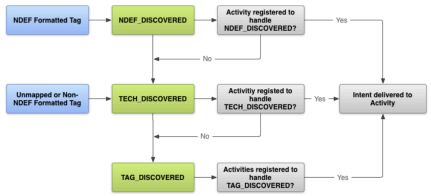
```
<uses-permission
android:name="android.permission.NFC" />
```

Inscription via `intent-filter` (Manifest ou `ForegroundDispatch` runtime) pour notification lecture tag.

```
  <intent-filter>
    <action
android:name="android.nfc.action.NDEF_DISCOVERED" />
    <category
android:name="android.intent.category.DEFAULT" />
    […]
  </intent-filter>
```

3.6 Utilisation de NFC sur Android (Niveaux d'abstraction)

`Intent` informe activité. 3 niveaux : `ACTION_NDEF_DISCOVERED` (payload NDEF), `ACTION_TECH_DISCOVERED` (technos A,B,F,V), `ACTION_TAG_DISCOVERED` (tout tag NFC sera lu).



4 Le Bluetooth

4.1 Le Bluetooth « Classique » (Historique et Évolution)

Développé en fin 1990, alternative sans-fil USB (périphériques vers hôte, connexion bi-directionnelle chiffré après appairage). Portée ~10m, peu mobile et trop gourmant en énergie.

Évolution : 1.0 (1999, ~721 kbits), 2.0 EDR (Enhanced Data Rate) (2006 ~2,1 Mbits), 3.0 HS (High Speed) (2009), **4.0 (2010, intro BLE)**, 5.x (nouveautés BLE), 6.0 (prévu 2024, Channel Sounding (localisation)).

4.2 Le Bluetooth « Classique » (Profils)

Profils : A2DP (audio), HSP/HFP (mains-libres), PBAP (contacts), AVRCP (multimédia), PAN (internet), HID (clavier/souris).

4.3 Le Bluetooth « Classique » (Support OS et custom)

Support natif varie. iOS gère HFP, A2DP, etc. Périphériques "custom" possible : ajout profils sur Android (complexe) ; Uniquement via **MFi Program sur iOS**.

4.4 Le Bluetooth Low Energy (BLE) (Généralités)

BLE : techno cousine, indépendante (non compatible) du Classique. Puces souvent `dual-mode` (Classique et BLE).

Vise **faible conso** : portée 5-100m, débit ~1Mbits (~100kbits utile), petits périph. sur pile. V5.0 (2016) : **double portée *ou* débit, réseaux maillés (GRE tu sais)**.

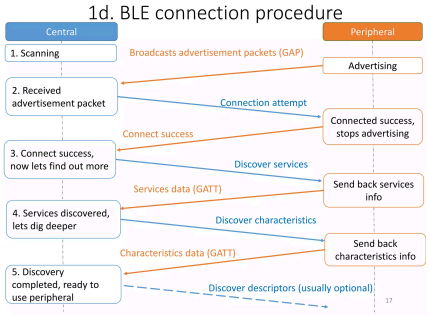
4.5 Le Bluetooth Low Energy (BLE) (Topologie Client/Serveur)

Topologie **client/serveur** : `Central device` (client : tel/tablette) vs `Peripheral devices` (serveurs : capteurs/montres).

4.6 Le Bluetooth Low Energy (BLE) (Phases GAP et GATT)

Deux phases BLE :

- **GAP (Generic Access Profile) :** Avant connexion, diffusion infos périph (nom, services, poss de conn?).
- **GATT (Generic Attribute Profile) :** Après connexion, structure échange données (services, caractéristiques, descripteurs).



4.7 Le Bluetooth Low Energy (BLE) (Services et UUIDs)

`Service` BLE = ensemble de `Characteristics` (variables) pour une fonctionnalité.

Services standards (ex: Battery 0x180F) avec UUIDs 16 bits (implicite 128).

`0x1805` → `00001805-0000-1000-8000-00805f9b34fb`
Services proprios : UUIDs 128 bits.

4.8 Le Bluetooth Low Energy (BLE) (Modes de communication)

Modes : **connecté** (clair, aka périphérique publie ses services et tt le monde peut s'y connecter) ou **appairé/bondé (chiffré après échange des clés)**. Appairage : `Just Works™` (vulnérable MITM), `Out of Band` (NFC/Wi-Fi), `Passkey` (PIN, il faut avoir un clavier et un écran), `Numeric comparison` (BLE 4.2+ et 2 écrans nécessaires).

4.9 Le Bluetooth Low Energy (BLE) (Service et Operations de Characteristic)

`Service` contient une ou plusieurs `Characteristics`. Chaque `Characteristic` expose opérations (Read, Write, Notify, Indicate), obligatoires/optionnelles/interdites.

Permissions typiques :
- **Read :** Lire valeur actuelle
- **Write :** Modifier paramètres/commandes
- **Notify :** Recevoir mises à jour automatiques (unidirectionnel)
- **Indicate :** Comme Notify mais avec accusé réception

4.10 Le Bluetooth Low Energy (BLE) (Détails d'une Characteristic)

`Characteristic` : valeur (int, float, string, binaire), défaut **20Bytes (max 512B)**. Opérations : Lecture, Ecriture, Indication/Notification (Le Central doit s'y abonner). Peut avoir `Descriptors` (métadonnées).

4.11 Le Bluetooth Low Energy (BLE) (Structure GATT - Exemple)

GATT : Services > Characteristics (avec propriétés : Read, Notify) > Descriptors.

4.12 Le Bluetooth Low Energy (BLE) - Exemple (Current Time Characteristic)

`Characteristic Current Time` (10B) : [b0,b1 UInt16 LE] Année, [b2, UInt8] Mois, [b3, UInt8] Jour, [b4, UInt8] Heure, [b5, UInt8] Min, [b6, UInt8] Sec, [b7, UInt8] Jour sem, [b8, UInt8] Fractions256, [b9, UInt8] Raison ajust.

4.13 Le Bluetooth Low Energy (BLE) - Evolutions

- **5.0 (2016) :** Débit `2M PHY` / portée `Coded PHY` augmentés, **réseaux maillés**.
- **5.1 (2019) :** Angle arrivée/départ (**localisation**).
- **5.2 (2020) :** Profil audio BLE (**`LE Audio`**) remplace A2DP.
- **5.3 (2021) :** Optimisations.
- **5.4 (2023) :** Chiffrement annonces.

5 Autres que BLE

- **Wi-Fi direct :** Connexions p2p Wi-Fi pour gros échanges de données.
- **Google Nearby :** Librairie Android pour **com. p2p avancée** (BT, Wi-Fi, audio/ultrasons).
- **AirDrop :** Apple (MacOS, iOS, ipadOS) partage fichiers (BT, Wi-Fi).

6 Les capteurs et les wearables

TODO
:3

7 NDK

Le NDK permet d'utiliser du code C/C++ dans une application Android. Le code est compilé pour différente architecture sous forme de librairie partagée (.so). Le NDK ne remplace pas Kotlin, mais est utilisé dans des cas particuliers où les performances sont critiques.

7.1 Contenu

- CLANG pour compilation et LLD pour linkgage
- La STL (C++14 par défaut, C++17 ou partiellemnet C++20)
- APIs android(log, sensor, asset_manager, etc.)

7.2 Architectures

Le code du NDK est compilé pour 4 architectures de processeur. Cela permet de pouvoir faire tourner l'application sur un maximum de téléphones.

Name	arch	ABI	triple
32-bit ARMv7	arm	armeabi-v7a	arm-linux-androideabi
64-bit ARMv8	aarch64	aarch64-v8a	aarch64-linux-android
32-bit Intel	x86	x86	i686-linux-android
64-bit Intel	x86_64	x86_64	x86_64-linux-android

7.3 Integration

Deux approches:
- JNI (Java Native Interface) : appelle des méthode c++ depuis Kotlin
- native-activity: Application entièrement en C++ et utilise OpenGL ES pour l'UI.

Utilisation d'un makefile Android pour lister les fichiers source mais l'utilisation de CMake est recommendée.

7.4 Types

Le NDK propose des types équivalents aux types primitifs de Java/Kotlin.

Java	JNI	Description	Kotlin
boolean	jboolean	1 byte, unsigned	Boolean
int	jint	4 bytes, signed	Int
long	jlong	8 bytes, signed	Long
short	jshort	2 bytes, signed	Short
byte	jbyte	1 byte, signed	Byte
char	jchar	2 bytes, unsigned	Char
float	jfloat	4 bytes	Float
double	jdouble	8 bytes	Double
void	void	N/A	Unit

La gestion de types plus complexes comme les objets demande plus de précaution et sont généralement transformé en type c++

Java	JNI	Kotlin
Object	jobject	Any
String	jstring	String
Class	jclass	Class<>
int[]	jintArray	IntArray
double[]	jdoubleArray	DoubleArray

7.5 Exemple

7.5.1 CMake

Ajout dans le fichier gradle:

```
android {
    ...
    externalNativeBuild {
        cmake {
            path "src/main/cpp/CMakeLists.txt"
            version "3.31.16"
        }
    }
}
```

Contenu CMakeLists.txt:

```
cmake_minimum_required(VERSION 3.22.1)

# Options de compilation
set(CMAKE_CXX_STANDARD 20)
set(CMAKE_CXX_FLAGS_ RELEASE
"${CMAKE_CXX_FLAGS_ RELEASE} -O3")

add_library(
  native-lib  # Nom de notre bibliothèque

  SHARED

  native-lib.cpp) # Fichier(s) source

# Pour trouver une autre bibliothèque, on
utilise un autre find_library
find_library(
  log-lib # Nom variable pour lier la
bibliothèque
  log) # Nom de la bibliothèque à lier

target_link_libraries(
  native-lib # Link les différents composants

  ${log-lib})
```

7.5.2 C++

```
#include <jni.h>
extern "C"
JNIEXPORT jint JNICALL
Java_ch_heigvd_iict_dma_mynativeapplication_MainActivity_nativeSum(
  JNIEnv *env,
  jobject thiz,
  jint v1,
  jint v2) {
    return v1 + v2;
}
```

7.5.3 Kotlin

```
class MainActivity : AppCompatActivity() {
  companion object {
    init {
      System.loadLibrary("native-lib")
    }
  }

  private external fun nativeSum(v1: Int, v2:
Int) : Int

  override fun onCreate(savedInstanceState:
Bundle?) {
    val un = 1
    val deux = 2
    val resultat = nativeSum(un, deux)
  }
}
```

7.6 Remarques

- Il est plutôt conseiller de ne pas utiliser appeler les méthodes c++ depuis l'UI thread
- Niveau d'optimisation, `-0z` est conseillé (taille + vitesse)
- Il y a une copie de notre libaririe partagée pour chaque architecture, donc la taille de l'application augmente.

8 Instant App et App Clips

Les Instant Apps et App Clips sont des applications Android qui peuvent être utilisées sans installation complète. Elles permettent aux utilisateurs d'accéder rapidement à des fonctionnalités spécifiques d'une application sans avoir à la télécharger entièrement.
- Instant App -> Android, depuis octobre 2017
- App Clip -> iOS, depuis septembre 2020 (iOS 14)

Offre des fonction avancées car natives mais plus restrainte qu'une app normale; limité à 15Mo; Peux proposer de télécharger l'application complète et transférer les données de l'Instant App vers l'application complète.

8.1 Utilisation

- Permettre de tester une application avant de l'installer
- Apperçu de jeux mobile

9 Codes Barres

9.1 Le problème qu'il y avait

Résolution insuffisante : CameraX analyse par défaut en **640×480 pixels**, insuffisant pour décoder les QR Codes complexes (versions 25, 40).

9.2 Solution technique

9.2.1 Augmentation de la résolution d'analyse

MLKit nécessite **minimum 2 pixels par "pixel" du QR Code** (idéal), en réalité **4-8 pixels** requis.

Compromis trouvé : Résolution de **5 mégapixels (2592×1920)** au lieu de 640×480.

```
private val barcodesUseCase by lazy {
    ImageAnalysis.Builder()
        // Par défaut: 640x480 (insuffisant)
        .setTargetResolution(Size(2592,
1920)) // 5MP
        .setBackpressureStrategy(

ImageAnalysis.STRATEGY_KEEP_ONLY_LATEST)
        .build().apply {...}}}
```

9.2.2 Optimisation du scanner

Limitation aux QR Codes uniquement pour améliorer performances car defacto, on scanne tout, code-barres, etc.:

```
private val barcodeClient by lazy {

BarcodeScanning.getClient(BarcodeScannerOptions
        .Builder()
        // Limite aux QR Codes
      .setBarcodeFormats(Barcode.FORMAT_QR_CODE)
        .build())}
```

9.3 Limitations pratiques

- **QR Code v40 (177×177) :** Techniquement lisible mais **pas adapté grand public** (taille physique, temps de traitement)
- **Recommandation Google :** 2MP pour usage standard, 5MP pour cas extrêmes
- **Latence vs qualité :** 20MP natif = trop lent, 5MP = bon compromis

10 Lecture de tags NFC

10.1 Exercice 1 : Lecture avec activité active

10.1.1 Décodage NDEF - Format RTD_URI

Byte 0 : Préfixe URI
- `0x01` = `http://www.`
- `0x02` = `https://www.`
- `0x03` = `http://`
- `0x04` = `https://`

Bytes suivants : Reste URI en UTF-8

Donc ce qu'il fallait faire :

Pattern match le premier byte pour déterminer le préfixe, puis concatène le reste de l'URI en décodant en UTF-8.

```
private fun decodeUriRecord(record:
NdefRecord): String {
    val payload = record.payload
    val prefix = when (payload[0]) {
        0x01.toByte() -> "http://www."
        0x02.toByte() -> "https://www."
        0x03.toByte() -> "http://"
```

```
        0x04.toByte() -> "https://"
        else -> ""
    }
    return prefix + String(payload, 1,
payload.size - 1, Charsets.UTF_8)
}
```

10.1.2 Décodage NDEF - Format RTD_TEXT

Byte 0 : Flags
- Bit 7 : Encodage (0=UTF-8, 1=UTF-16)
- Bits 5-0 : Longueur code langue

Code langue : ASCII (ex: “fr”, “fr-CH”) **Contenu** : Texte en UTF-8/UTF-16 selon flag

10.2 Exercice 2 : Lecture app inactive

Modifier pour ouverture automatique activité lors scan NFC. **Éviter instances multiples**.

Ce qu’il fallait faire :

Inidiquer dans le manifest l’activité à ouvrir lors du scan NFC, et gérer l’intent dans l’activité pour afficher le contenu.

```
 <activity
            <...>
            <intent-filter>
                <action
android:name="android.nfc.action.NDEF_DISCOVERED" /
>
                <category
android:name="android.intent.category.DEFAULT" /
>
                <data android:mimeType="text/
plain" />
            </intent-filter>
        </activity>
```

Et dans MainActivity.kt :

```
class MainActivity : AppCompatActivity() {

    override fun onCreate(savedInstanceState:
Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        // ... setup UI

        // Traiter le tag si app lancée par NFC
        handleNfcIntent(intent)
    }

    override fun onNewIntent(intent: Intent) {
        super.onNewIntent(intent)
        // Nouveau tag scanné (app déjà active)
        handleNfcIntent(intent)
    }

    private fun handleNfcIntent(intent: Intent)
{
        if (intent.action ==
NfcAdapter.ACTION_NDEF_DISCOVERED) {
            val rawMessages = intent.

getParcelableArrayExtra(NfcAdapter.EXTRA_NDEF_MESSAGES)
            rawMessages?.let { messages ->
                val ndefMessages = messages.map
{ it as NdefMessage }
                // Traiter les messages NDEF...

processNdefMessages(ndefMessages)
            }}}}
```