

## Protocole de Benchmark Multi-Plateformes & Optimisation

### 1. Objectifs de l'Étude

Nous allons comparer trois architectures matérielles pour l'exécution d'un réseau de neurones. Nous cherchons à :

1. **Comparer les performances brutes** (FPS, Latence) entre un PC, une Raspberry Pi 4 et une Jetson Orin Nano.
2. **Mesurer l'efficacité énergétique réelle** (FPS/Watt) et calculer le coût énergétique spécifique de l'IA.
3. **Évaluer l'impact des optimisations logicielles** (Quantization, Compiler TVM) par rapport au modèle de base.

### 2. Environnement Matériel

Nous définissons 3 Cibles de Test :

#### Cible A : PC (Référence Haute Performance)

- **Processeur** : Intel Core i5 12450HX
- **Carte graphique** : Nvidia Geforce RTX 4060 8Go
- **RAM** : 24GB
- **Rôle** : Baseline de performance maximale (sans contrainte d'énergie).
- *Note Mesure* : Pas de sonde USB. Mesure via sondes logicielles internes (GPU/CPU Power) gérées par les scripts.

#### Cible B : Raspberry Pi 4 (Edge CPU)

- **Architecture** : ARM Cortex-A72 (CPU pur).
- **Contrainte** : Faible puissance, pas d'accélérateur matériel.

#### Cible C : Jetson Orin Nano (Edge AI)

- **Architecture** : ARM + GPU Ampere (1024 cœurs CUDA) + NPU.
- **Rôle** : Plateforme dédiée à l'IA embarquée.

#### Dispositif de Mesure Électrique (RPI & Jetson)

- **Sonde** : Clé USB-C interposée entre l'alimentation et la carte.
- **Mesure** : Tension (V), Intensité (A), Puissance (W).

- **Acquisition** : Manuelle (relevé visuel)

### 3. Critères d'Évaluation (Métriques)

#### 3.1. Critères Statiques (Propres au Modèle)

*Ces données définissent la complexité avant exécution.*

- **Taille du Modèle (Storage)** : Poids du fichier .pt vs .blob (MB).
- **Complexité Calculatoire** : Nombre de FLOPs théoriques.
- **Précision (Accuracy)** : Score mAP@50 sur le dataset de validation.
  - *Objectif* : Vérifier que l'optimisation ne détruit pas la précision.

#### 3.2. Critères Dynamiques

- **Débit** : Images par seconde (FPS).
- **Latence** : Temps de traitement total par image (ms).
- **Consommation Énergétique** : Puissance moyenne (Watts).
- **Efficacité** : Ratio FPS / Watt.
- **Thermique** : Température du SoC (°C) en charge.
- **Ressources** : Taux d'occupation CPU (%) et RAM (MB).

### 4. Paramètres d'Optimisation (TVM & Compilateurs)

### 5. Procédure Opératoire Standardisée (3 Scripts)

Afin de garantir la reproductibilité, l'acquisition des données se fait via une suite de 3 scripts Python fournis.

Entrée standard : Injection Vidéo (benchmark\_sequence.mp4) en boucle.

#### Phase 1 : Mesure à Vide

*Objectif* : Établir la ligne de base de la machine (OS seul).

1. Démarrer la machine, laisser stabiliser 2 minutes.
2. Lancer le script : **python benchmark\_plancher.py**
3. Laisser tourner **2 minutes** sans toucher à la machine.

- Le script enregistre CPU/RAM/Temp et Power (si dispo soft) dans plancher.csv.
- 4. **Si Sonde USB (RPi/Jetson)** : Noter la valeur moyenne en Watts affichée sur la clé et l'entrer dans le script à la fin si demandé, ou la noter pour la Phase 3.

## Phase 2 : Benchmark (Charge IA)

*Objectif : Mesurer la surcharge induite par le modèle.*

1. Lancer le script : **python benchmark\_charge.py --model [votre\_modele] --device [cpu/gpu]**
  - Ce script lance la vidéo, l'inférence IA, et le logger simultanément.
2. Attendre **30 secondes** (Warm-up, ne pas prendre en compte).
3. Laisser tourner **3 minutes** (Phase de mesure stable).
  - Le script enregistre FPS/Latence/CPU/RAM/Temp dans charge.csv.
4. **Si Sonde USB (RPi/Jetson)** : Noter la valeur stable en Watts (Charge Totale).
5. Laisser refroidir 2 minutes avant le test suivant.

## Phase 3 : Analyse et Consolidation

*Objectif : Calculer les deltas et générer le rapport.*

1. Une fois les fichiers plancher.csv et charge.csv générés, lancer : **python analyze\_results.py**
2. Le script effectue automatiquement les calculs suivants :
  - Conso IA (Watts) = Conso Moyenne Charge - Conso Moyenne Plancher
  - Efficacité = FPS Moyen / Conso IA
  - Augmentation Température = Temp Max Charge - Temp Moyenne Plancher

## 6. Analyse des Résultats (Tableau Final)

Le script d'analyse générera les données pour remplir ce tableau comparatif :

Métrique	PC (i7/RTX)	RPi 4 (CPU)	Jetson Orin (GPU)
mAP@50 (Précision)	XX %	XX %	XX %
FPS Moyens	XX	XX	XX
Latence (ms)	XX ms	XX ms	XX ms
Conso Plancher (W)	X W	X W	X W
Conso Charge (W)	X W	X W	X W
Delta IA (W)	X W	X W	X W
Efficacité (FPS/W)	X	X	X