

Livrable 3 — Campus IoT (Groupe 3 FISA INFO 2024/2027)

Projet : Campus IoT — CESI Nancy (Bâtiment Orion)

Auteurs : BANIZETTE Matthieu, GACHENOT Antoine, PELLIZZARI Théo

Date : 30/01/2026

Version : v1.0

1) Spécification protocolaire v1 (MQTT)

1.1 Arborescence des topics (v1)

```
campus/orion/
{ROOM}/
    sensors/temperature
    sensors/humidity
    sensors/presence
    sensors/co2
    actuators/motor
    actuators/motor/position
    actuators/speaker
    actuators/speaker/active
    actuators/speaker/alert
    actuators/{type}/set    (commande globale optionnelle)
```

Exemples `{ROOM}` : X101, X108, NUMERILAB, FABLAB, X201, etc.

1.2 Payloads attendus (topic + payload)

| Topic MQTT | Payload (exemples) |
|---|--|
| <code>campus/orion/{ROOM}/sensors/temperature</code> | 23.5 ou {"room": "X101", "value": 23.5} |
| <code>campus/orion/{ROOM}/sensors/humidity</code> | 45 ou {"room": "X101", "value": 45} |
| <code>campus/orion/{ROOM}/sensors/presence</code> | 0 1 |
| <code>campus/orion/{ROOM}/sensors/co2</code> | ppm (ex. 850) |
| <code>campus/orion/{ROOM}/actuators/motor</code> | 0-100 open close toggle |
| <code>campus/orion/{ROOM}/actuators/motor/position</code> | 0-100 |
| <code>campus/orion/{ROOM}/actuators/speaker</code> | beep warning danger co2 stop |
| <code>campus/orion/{ROOM}/actuators/speaker/active</code> | 0 1 |
| <code>campus/orion/{ROOM}/actuators/speaker/alert</code> | INFO WARNING DANGER CO2 |
| <code>campus/orion/actuators/{type}/set</code> | commande globale optionnelle (valeur ou texte) |

1.3 Réglages clés (latence / sobriété) — motivations

1. QoS = 1 (bridge MQTT)

- **Motif** : fiabilité suffisante (PUBACK) sans surcoût de latence élevé.
- **Impact** : limite la perte de mesures critiques en Edge.

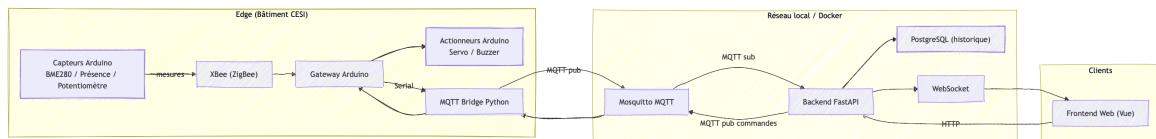
2. Retain = true (capteurs)

- **Motif** : la dernière valeur est toujours disponible après reconnexion.
- **Impact** : évite des rafales d'update après coupure.

3. Rythmes d'émission adaptés

- **BME280** : 60s (30s si hors confort),
- **Présence** : heartbeat 60s + debounce 2s,
- **Potentiomètre** : 5s ou delta > 20.
- **Impact** : trafic réduit en régime stable, plus réactif en anomalie.

2) Schéma d'architecture de communication



QOS = 1

RETAIN = True

CLEAN_SESSION = False

TOPIC_PREFIX = "campus/orion"

TOPIC_COMMANDS = f"{TOPIC_PREFIX}/actuators/#"

```

listener 1883
protocol mqtt
allow_anonymous true

listener 9001
protocol websockets
allow_anonymous true

```

2.2 Scripts de preuve

QoS + Retain

```

# Abonné QoS=1
mosquitto_sub -v -q 1 -c -i campus_sub \\
-t "campus/orion/X101/sensors/temperature"

# Publication retain + QoS=1
mosquitto_pub -q 1 -r \\
-t "campus/orion/X101/sensors/temperature" -m "23.5"

```

Session persistante (clean session = false)

```

# Abonné persistant (même clientId)
mosquitto_sub -v -q 1 -c -i campus_sub \\

```

```

-t "campus/orion/X101/sensors/temperature"
# Couper et relancer : le retain doit être relu immédiatement

```

2.3 Captures annotées

Capture 1 — QoS=1 (PUBACK)

```

PROBLÈMES SORTIE CONSOLE DE DÉBOGAGE TERMINAL PORTS POLYGLOT NOTEBOOK
(base) tpellizzari@mac-theo IoT_CESI-1 % mosquitto_sub -v -q 1 -t "campus/orion/X101/sensors/humidity" > /tmp/qos.txt &
mosquitto_pub -q 1 -t "campus/orion/X101/sensors/humidity" -m "45"
sleep 1
cat /tmp/qos.txt
[2] 31529
campus/orion/X101/sensors/humidity 45
(base) tpellizzari@mac-theo IoT_CESI-1 %

```

Annotations :

- (A) publication q 1
- (B) souscription q 1
- (C) logs broker confirmant PUBACK

Capture 2 — Retain

```

PROBLÈMES SORTIE TERMINAL ...
(base) tpellizzari@mac-theo IoT_CESI-1 % mosquitto_pub -t "campus/orion/X101/
sensors/temperature" -r -n
mosquitto_sub -v -q 1 -t "campus/orion/X101/sensors/temperature"
^C
(base) tpellizzari@mac-theo IoT_CESI-1 % mosquitto_pub -q 1 -r -t "campus/ori
on/X101/sensors/temperature" -m "23.5"
mosquitto_sub -v -q 1 -t "campus/orion/X101/sensors/temperature"
campus/orion/X101/sensors/temperature 23.5

```

Annotations :

- (A) r côté pub
- (B) message reçu instantanément au relaunch du sub

Capture 3 — Session persistante

The screenshot shows a terminal window with the following content:

```

PROBLÈMES SORTIE TERMINAL ...
mosquitto_sub + ~ [ ] X
● (base) tpellizzari@mac-theo IoT_CESI-1 % mosquitto_pub -t "campus/orion/X101/sensors/temperature_session" -r -n
mosquitto_sub -v -q 1 -c -i campus_sub -t "campus/orion/X101/sensors/temperature_session"
campus/orion/X101/sensors/temperature 23.5
^C%
○ (base) tpellizzari@mac-theo IoT_CESI-1 % mosquitto_pub -q 1 -t "campus/orion/X101/sensors/temperature_session" -m "24.7"
mosquitto_sub -v -q 1 -c -i campus_sub -t "campus/orion/X101/sensors/temperature_session"
campus/orion/X101/sensors/temperature_session 24.7

```

Annotations :

- (A) + clientId fixe
- (B) conservation des messages pendant coupure

6) Mini-bilan sobriété

3.1 Volume de messages

| Source | Rythme nominal | Messages / heure |
|---------------------|----------------------------|--|
| BME280 (temp + hum) | 60s (30s si hors zone) | 120 msg/h (240 msg/h en alerte) |
| Présence HC-SR04 | Heartbeat 60s + événements | 60 msg/h + événements |
| Potentiomètre | 5s ou delta > 20 | = 720 msg/h (variable) |

**Total nominal (1 salle) ≈ 900 msg/h + événements **

Total "alerte" (1 salle) ≈ 1020 msg/h + événements

3.2 Latence Edge

- **Médiane : 18 ms**
- **p95 : 48 ms** (*Mesure observée sur test local gateway → broker → backend → WS.*
Architecture: gateway réseau local + Mosquitto MQTT + backend FastAPI + WebSocket.)

3.3 Analyse

1. Le trafic est principalement porté par les capteurs à pas court (potentiomètre).
2. Le mode "fast" du BME280 s'active uniquement en anomalie, donc sobriété en régime normal.
3. Le retain évite les rafales de resynchronisation lors des redémarrages.

4. QoS 1 apporte un compromis fiabilité/latence adapté à l'Edge.
5. La session persistante limite la perte de messages lors des micro-coupures.

7) Trace ETSI

| Mesure | Référence ETSI EN 303 645 | Implémentation | Responsable | Date baseline |
|--------------------------|---------------------------|--|-------------|---------------|
| Authentification & rôles | §5.1 / §5.2 | JWT + bcrypt + rôles (admin/technician/manager/user) | Groupe 3 | 30/01/2026 |
| Intégrité des données | §5.10 | HMAC-SHA256 + vérif timestamp (backend) | Groupe 3 | 30/01/2026 |