

Montage : Protocole MQTT

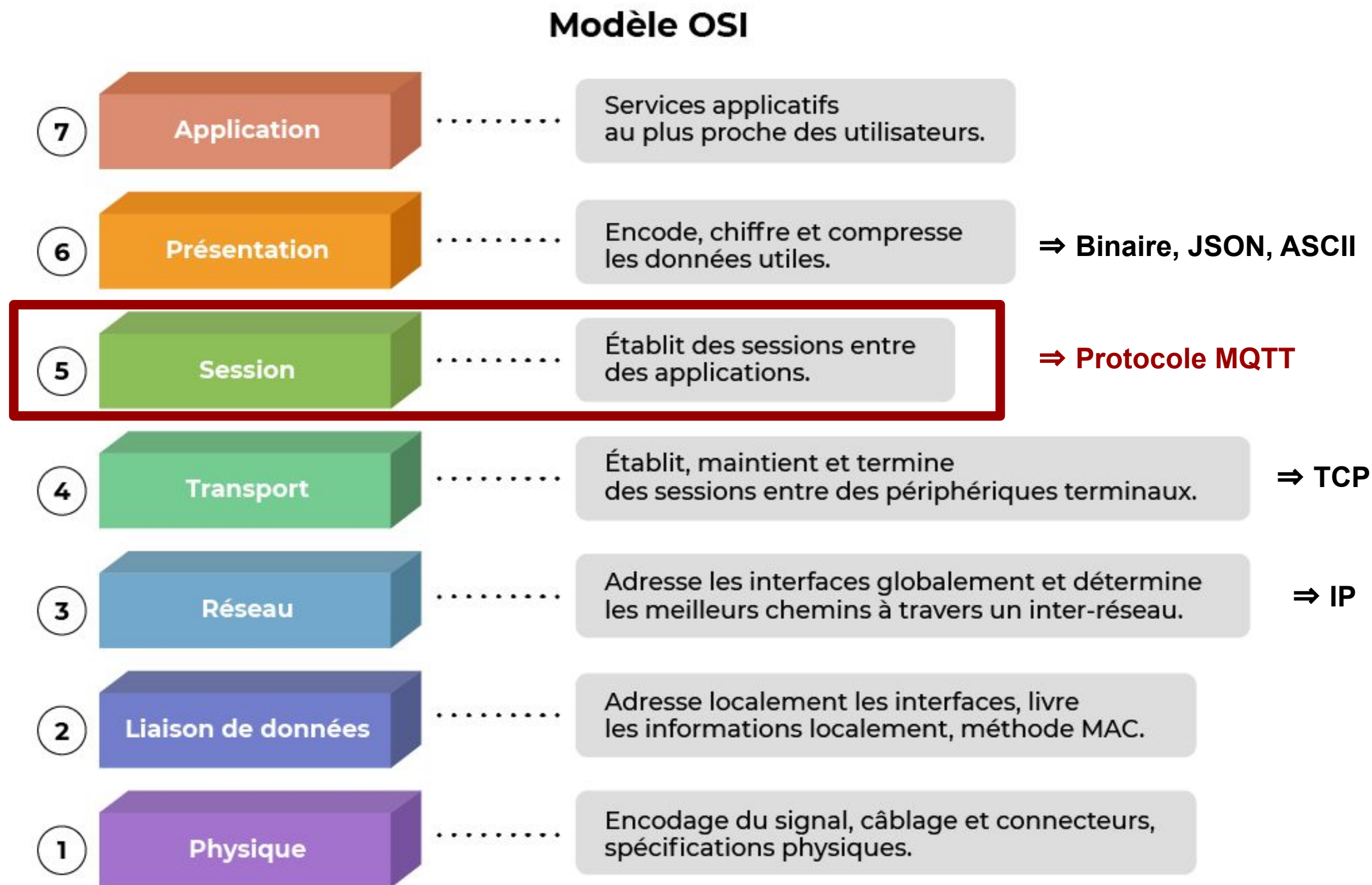
école
normale
supérieure
paris — saclay

Hugo Miquel

M2 FESup INTRANET
2024-2025

université
PARIS-SACLAY

MQTT et modèle OSI



*Intégration du protocole MQTT dans le modèle OSI,
adapté de "Concevez votre réseau TCP/IP", OpenClassrooms.*

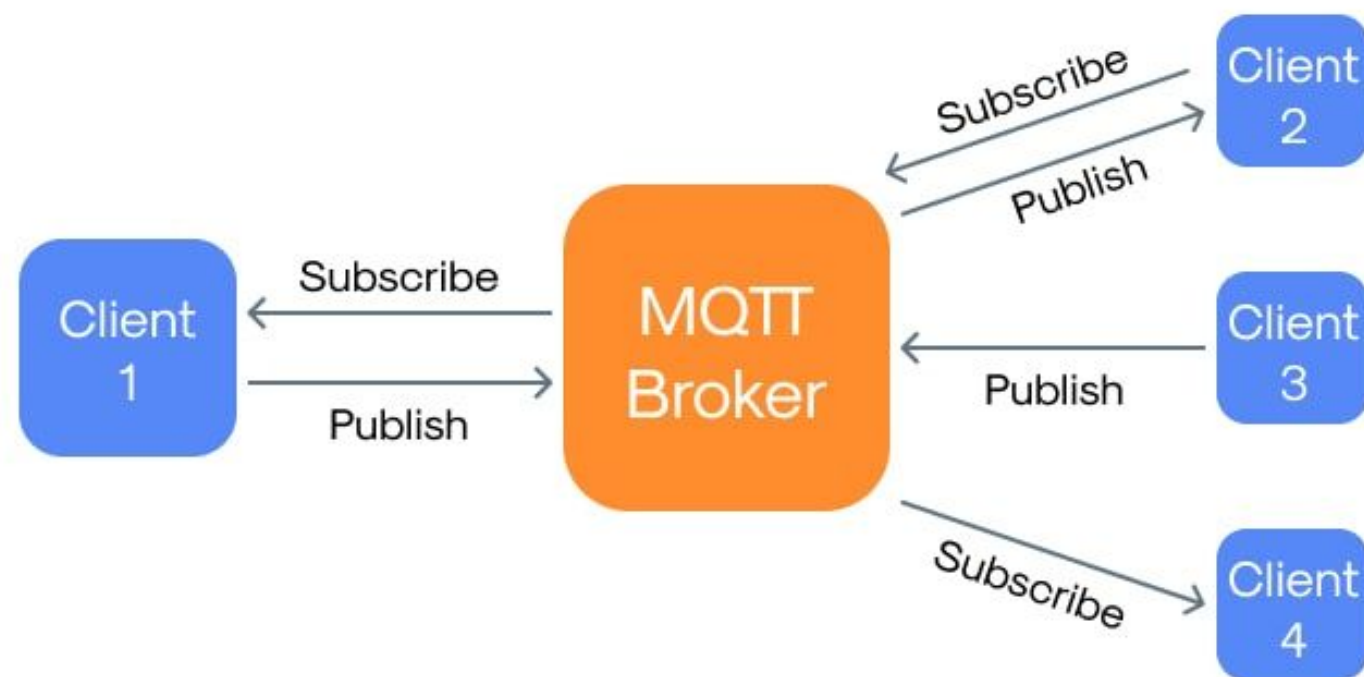
Qu'est-ce que le protocole MQTT ?

MQTT : **M**essage **Q**ueuing **T**elemetry **T**ransport

⇒ Protocole de messagerie de type **publication/souscription** s'appuyant sur le **protocole TCP/IP**.

⇒ Dédié au **Machine to Machine (M2M)** et aux **objets connectés**.

⇒ Porté sur **Arduino**, **STM32**, **Raspberry pi** ou sur **PC**.



*Schéma général du protocole MQTT,
extrait de "MQTT Concept", M. Beschokov*

Flexibilité

MQTT sur la couche **"session"** au-dessus de la **couche réseau TCP/IP** sur le modèle OSI ⇒ **routable** sur Internet.

⇒ Possibilité de transmettre n'importe quel message sur les topics, de l'ASCII, du binaire ou du JSON.

Légèreté

Échanges MQTT plus légers que HTTP.

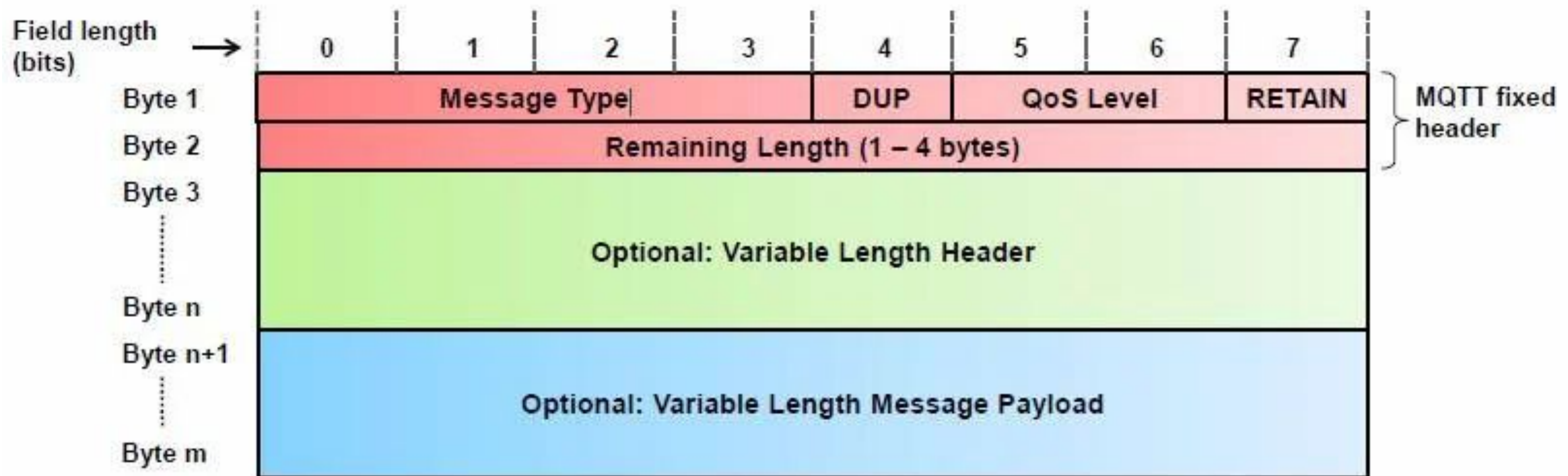
Sécurité

Sécurisation possible avec un chiffrement **SSL/TLS**, mais coût non négligeable en termes de performances sur de l'embarqué ⇒ **nécessite du matériel puissant**.

Intégrité des données

Notion de **qualité de service (QoS)** ⇒ permet à un client de **s'assurer qu'un message a bien été transmis**, avec différents niveaux de fiabilité.

Format d'un message MQTT



*Schéma détaillé du format d'un message MQTT ,
extrait de "MQTT Architecture tutorial : Message Format, types, Flow Diagram".*

Types de messages

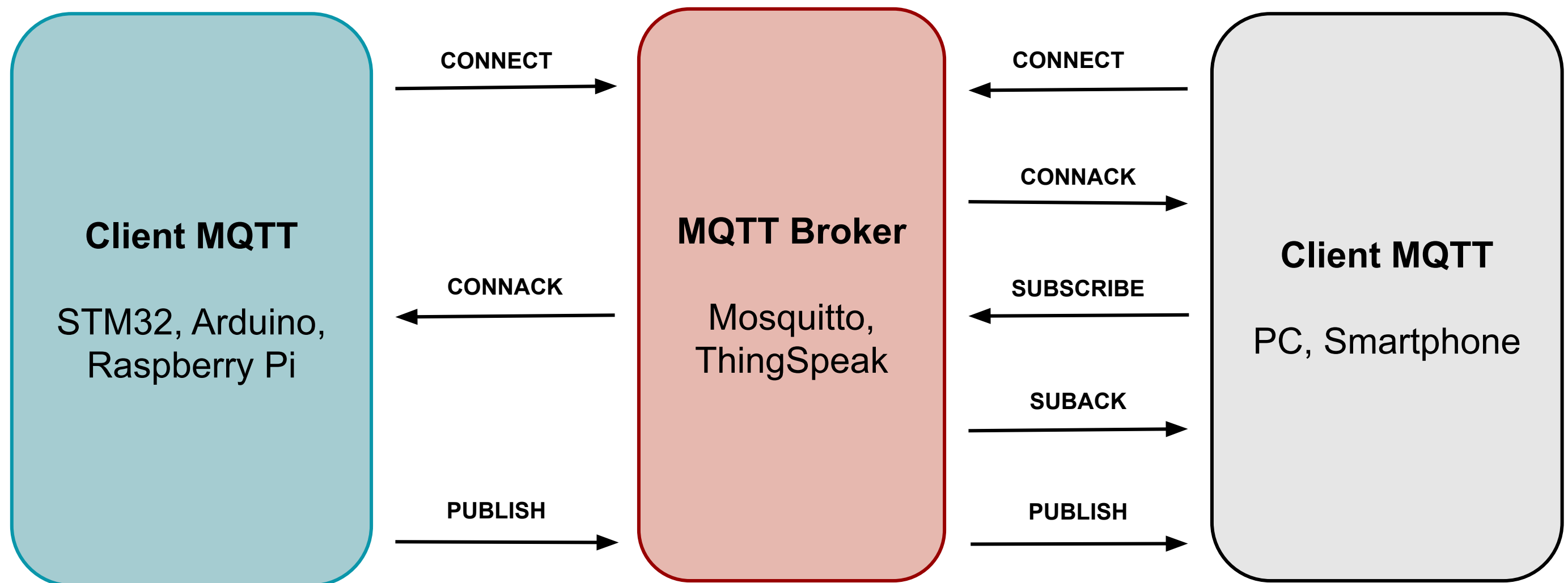
Value	MQTT message	Direction of flow	Description
1	CONNECT	Client to server (i.e Broker)	Client requests to connect to server
2	CONNACK	Server to client	Connect acknowledgment
3	PUBLISH	Client to server OR server to client	Publish message
4	PUBACK	Client to server OR server to client	Publish acknowledgment
5	PUBREC	Client to server OR server to client	Publish received
6	PUBREL	Client to server OR server to client	Publish released
7	PUBCOMP	Client to server OR server to client	Publish complete
8	SUBSCRIBE	Client to server	Client subscribe request
9	SUBACK	Server to client	Subscribe acknowledgment
10	UNSUBSCRIBE	Client to server	Unsubscribe request
11	UNSUBACK	Server to client	Unsubscribe acknowledgment
12	PINGREQ	Client to server	Ping request
13	PINGRESP	Server to client	Ping response
14	DISCONNECT	Client to server	Client is disconnecting

*Tableau regroupant les différents types de messages transmis par le protocole MQTT ,
adapté de “MQTT Architecture tutorial : Message Format, types, Flow Diagram”.*

Transmission d'un message

PUBLICATION MQTT

SOUSCRIPTION MQTT



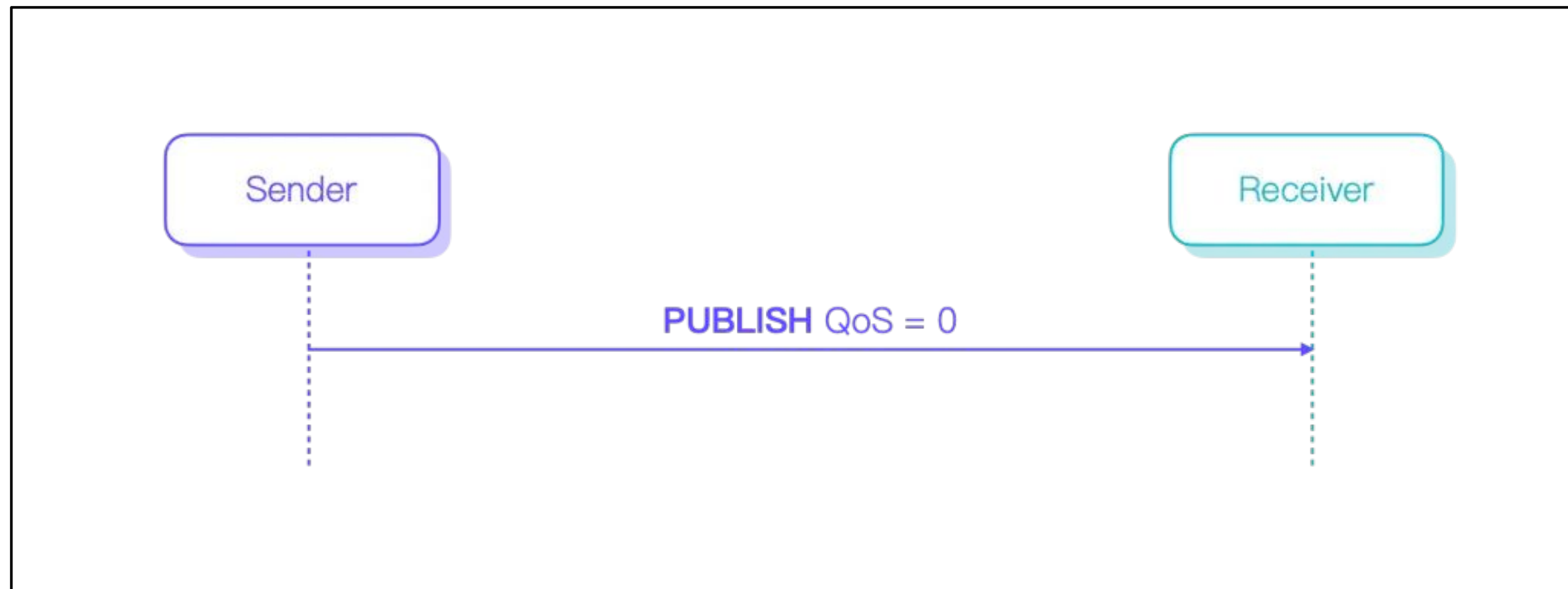
*Structure générale du protocole MQTT,
schémas originaux*

Quality Of Service (QoS 0)

Envoyer et oublier (QoS 0) :

Le client ne reçoit aucune confirmation du broker à la **réception** du message.

- + **Moyen le plus rapide de publier et recevoir des messages**
- **Risque de perte de messages plus important**



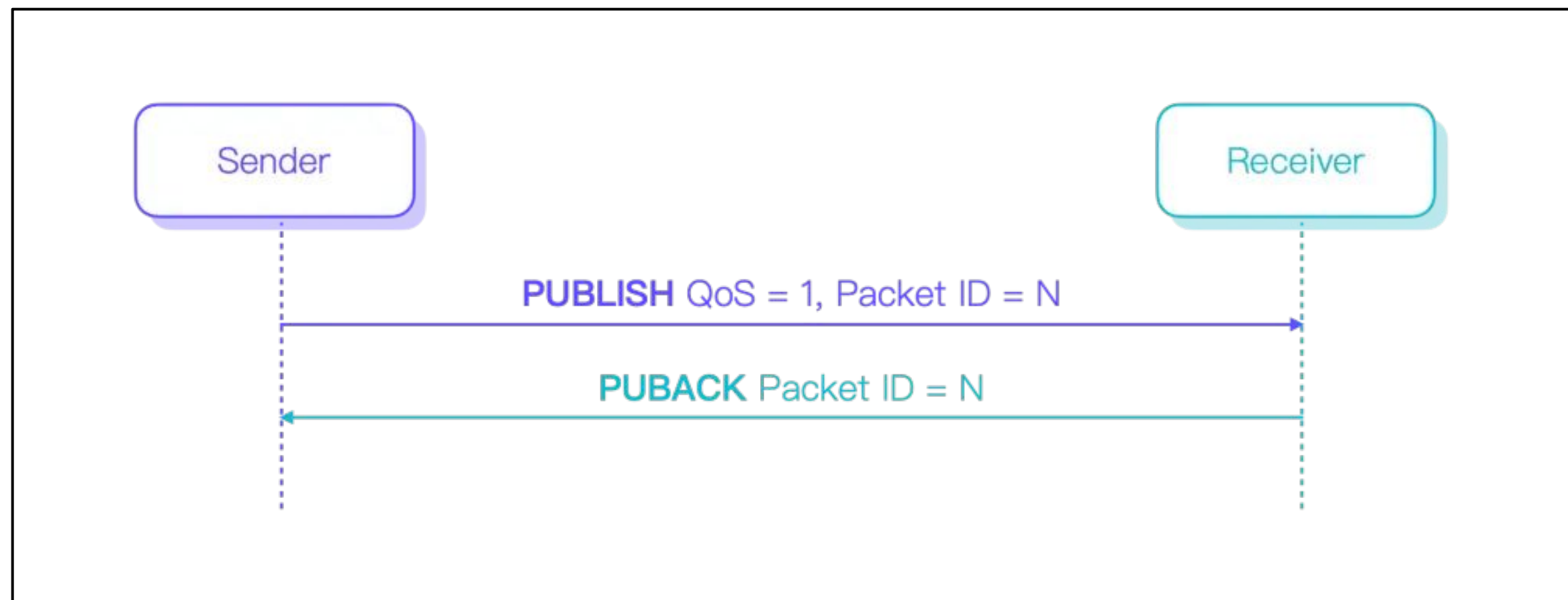
*Schéma de la publication d'un message avec une QoS 0,
extrait de "MQTT QoS 0, 1, 2 Explained: A Quickstart Guide", Z. Zhou*

Quality Of Service (QoS 1)

Au moins une fois (QoS 1) :

Chaque message du client vers le broker ou du broker vers le client **doit être acquitté**. Si l'acquittement n'arrive pas dans le temps imparti, le message est réexpédié.

- **Risque de duplication de messages**



*Schéma de la publication d'un message avec une QoS 1,
extrait de "MQTT QoS 0, 1, 2 Explained: A Quickstart Guide", Z. Zhou*

Quality Of Service (QoS 1)

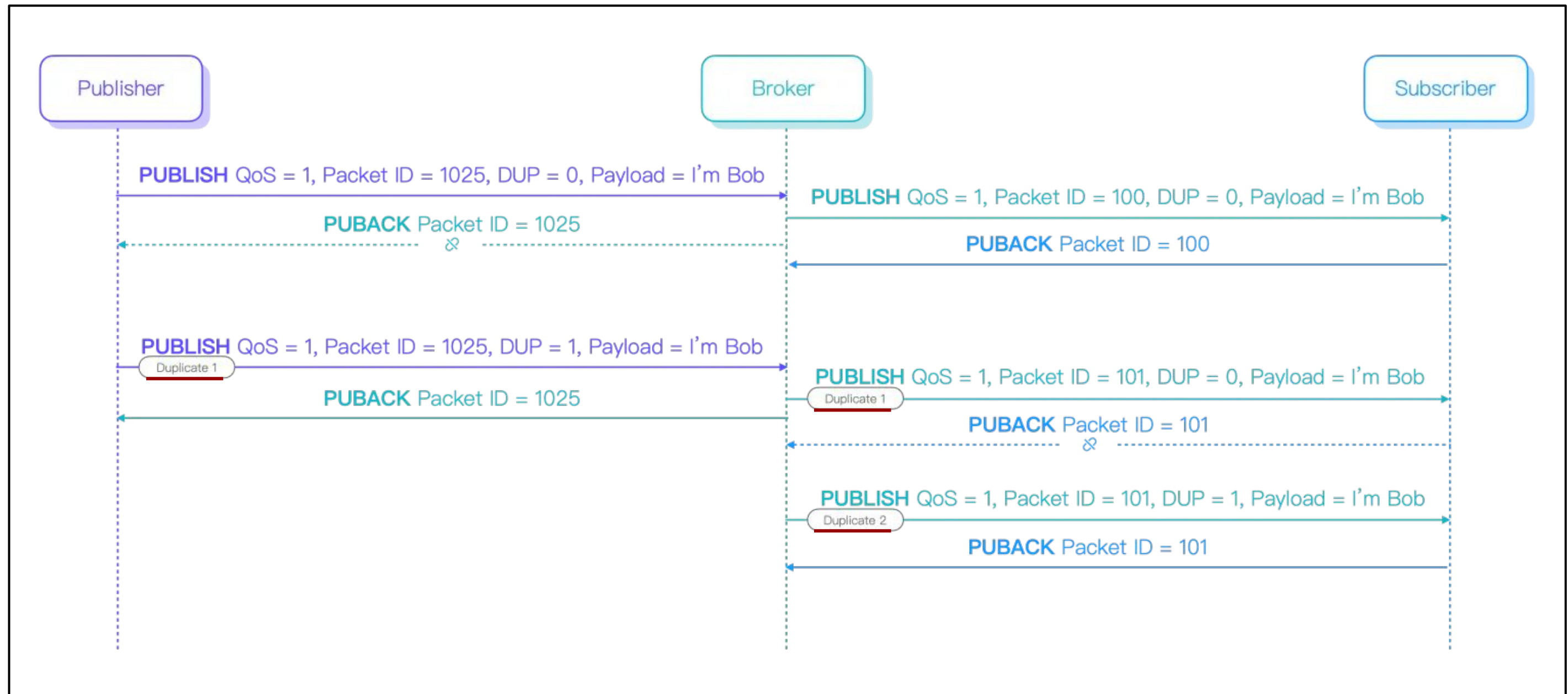
⇒ Duplication des messages en QoS 1



*Schéma expliquant la duplication possible d'un message en QoS 1,
extrait de "MQTT QoS 0, 1, 2 Explained: A Quickstart Guide", Z. Zhou*

Quality Of Service (QoS 1)

⇒ Duplication des messages en QoS 1



*Schéma expliquant la duplication possible d'un message en QoS 1,
extrait de "MQTT QoS 0, 1, 2 Explained: A Quickstart Guide", Z. Zhou*

Quality Of Service (QoS 2)

Exactement une fois (QoS 2) :

Garantit que **chaque message** n'est **reçu** qu'une **seule fois** par les **destinataires** prévus.

- + **plus sûr**
- **plus lent**

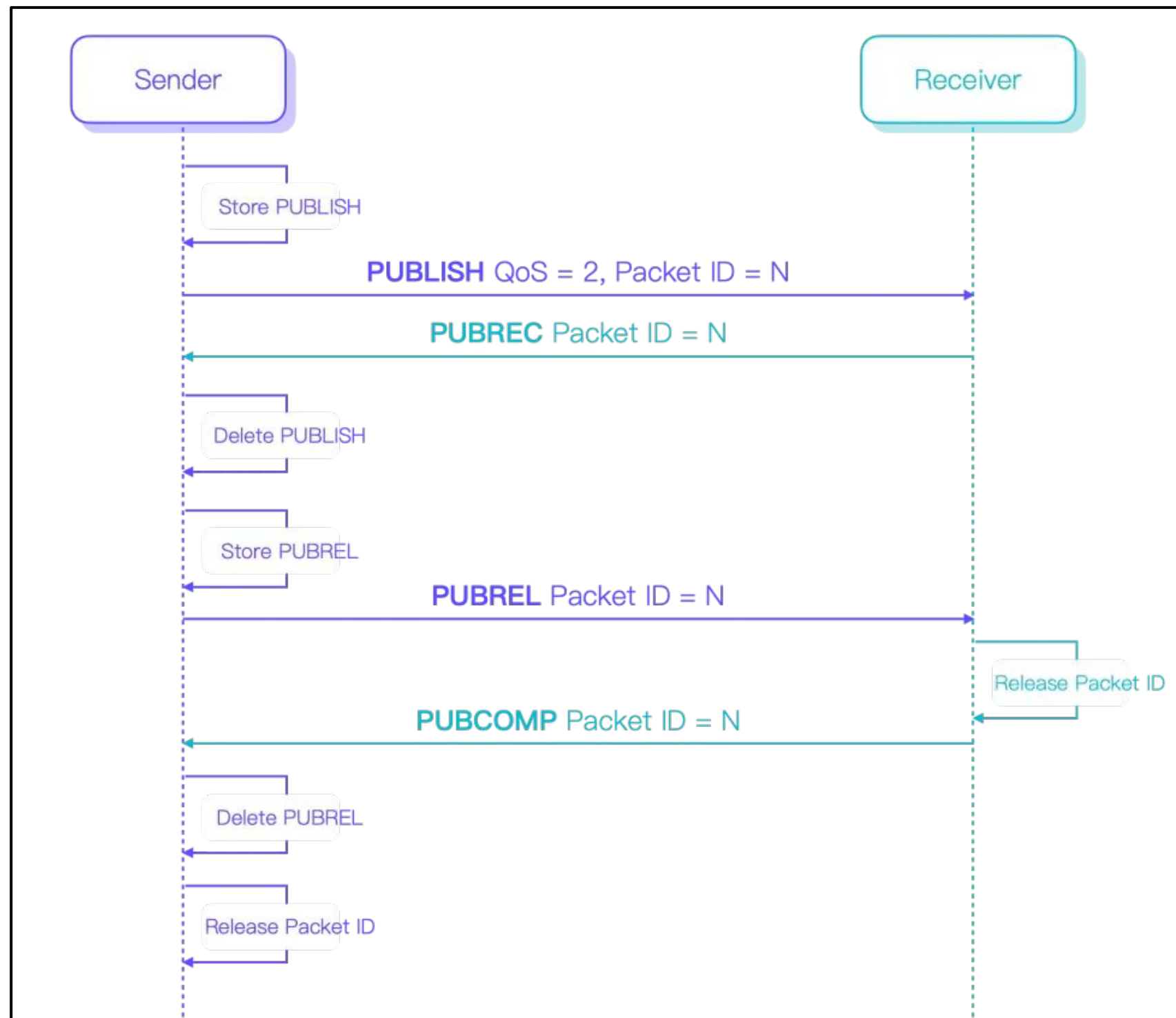


Schéma de la publication d'un message avec une QoS 2,
extrait de "MQTT QoS 0, 1, 2 Explained: A Quickstart Guide", Z. Zhou

Quality Of Service (QoS 2)

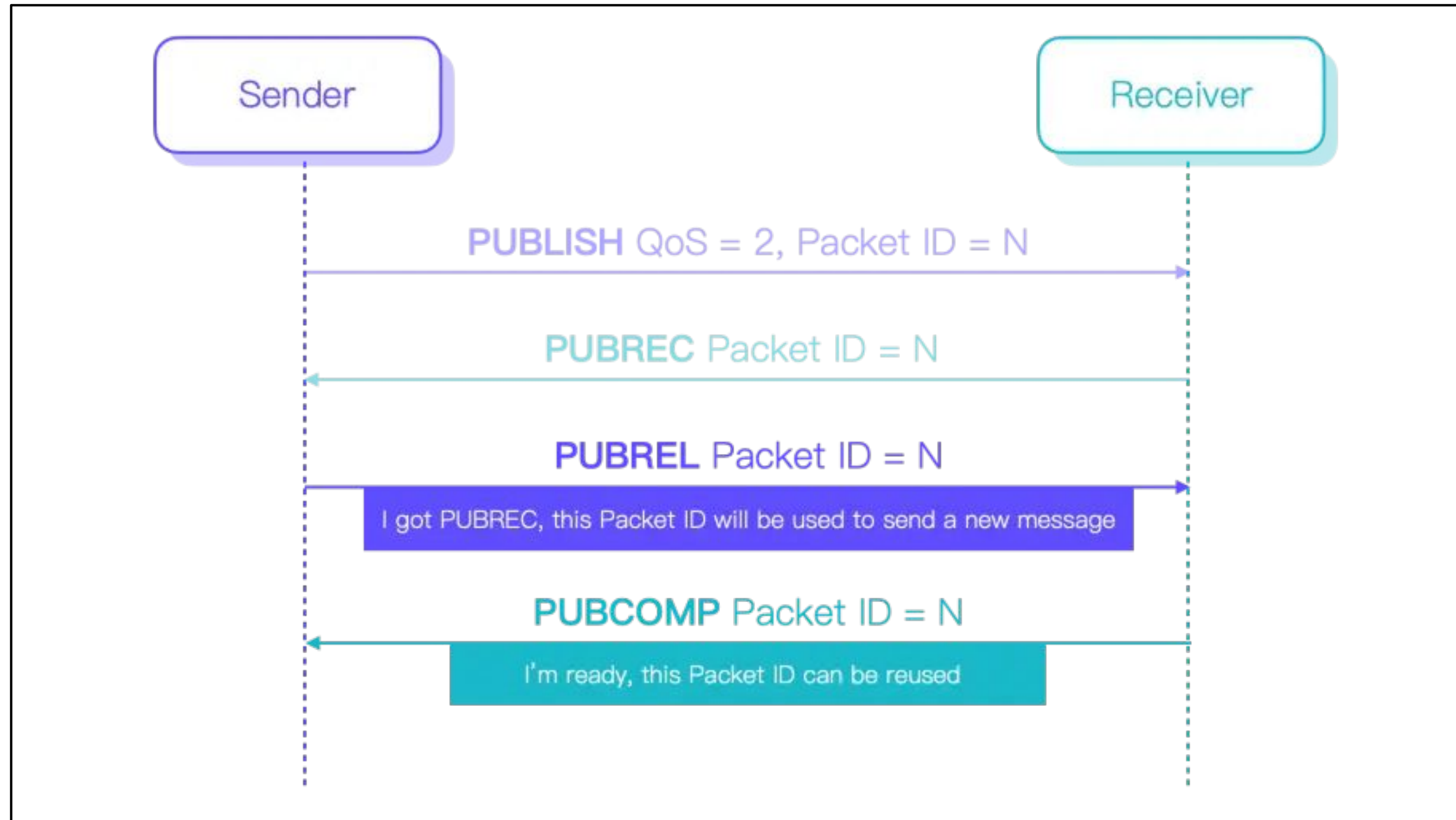
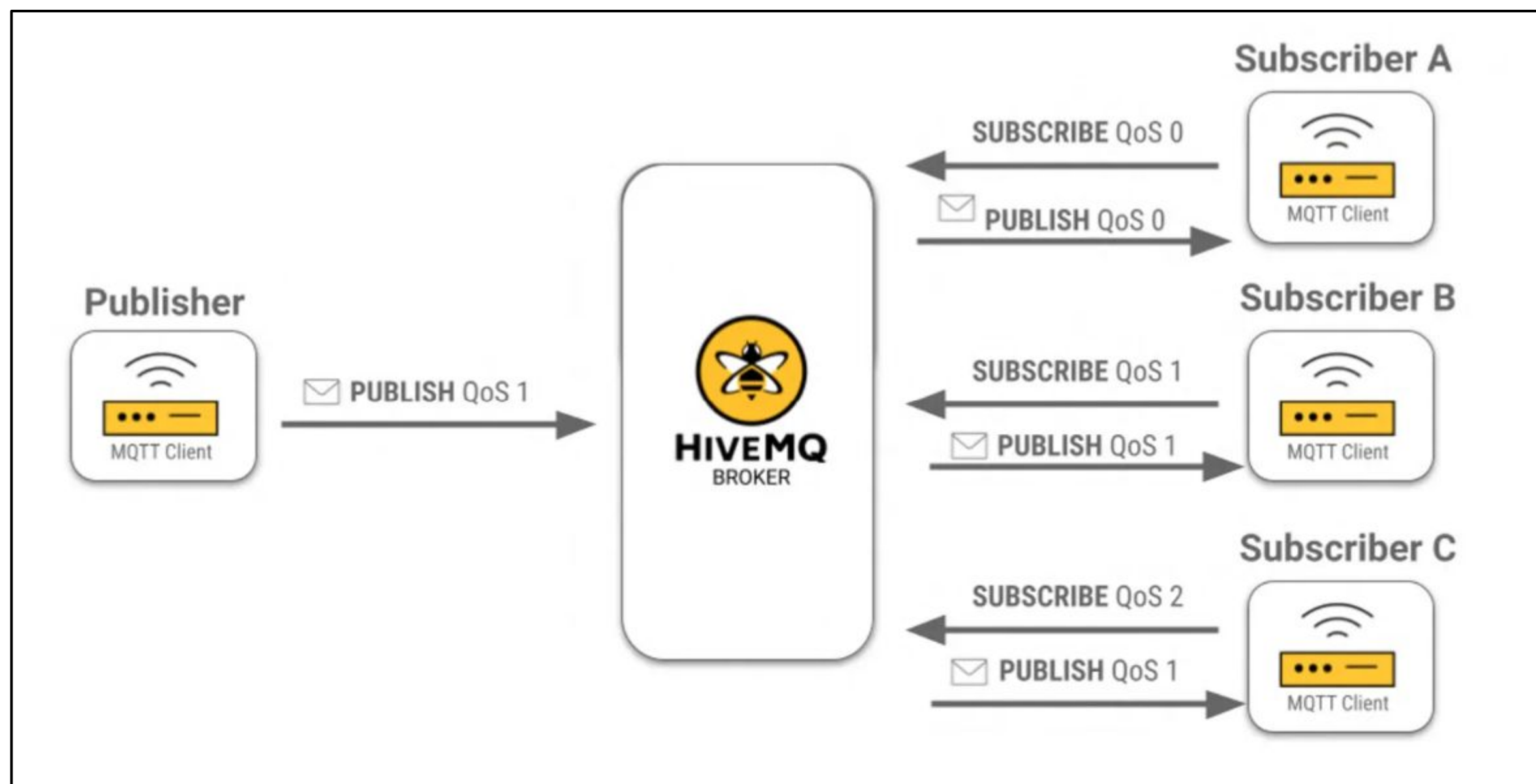


Schéma expliquant les rôles de PUBREC, PUBREL et PUBCOMP dans la publication d'un message avec une QoS 2
extrait de "MQTT QoS 0, 1, 2 Explained: A Quickstart Guide", Z. Zhou

⇒ Pas de duplication des messages

Quality Of Service - Point important

La QoS des messages de publication MQTT n'est pas de bout en bout, mais entre le client et le broker.



*Schéma illustrant le caractère “client-broker” du QoS,
extrait de “Debunking Common MQTT QoS Misconceptions”, J. Deters*

Rendez-vous sur mon github pour la suite du TP

<https://github.com/hugoMiCode/Montage-MQTT>

Public visé :
BTS CIEL (Cybersécurité, Informatique
et réseaux, Électronique),
option A “Informatique et réseaux”

Séquence pédagogique

Public visé :

BTS CIEL (Cybersécurité, Informatique et réseaux, Électronique),
option A “Informatique et réseaux”

Contexte et prérequis

- **Connaissances requises :**

- Modèle en couches (OSI et TCP/IP)
- Protocoles de la couche application (HTTP, HTTPS, SMTP, etc.)
- Notions de routage et de réseaux IoT

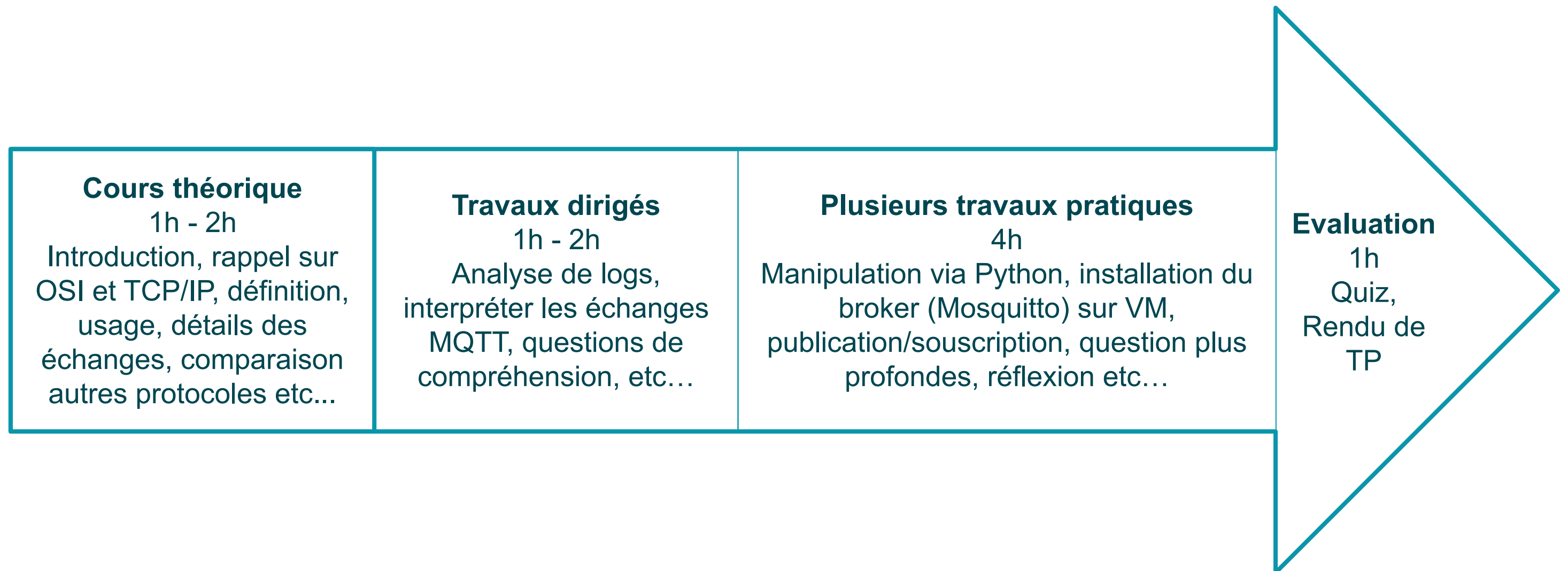
- **Objectifs généraux :**

- Comprendre le fonctionnement du protocole MQTT dans un contexte IoT/M2M
- Savoir analyser et interpréter les échanges entre client et broker
- Manipuler MQTT via des scripts Python et observer l'impact de certains paramètres (ex. : *retain*)

Séquence pédagogique

Public visé :

BTS CIEL (Cybersécurité, Informatique et réseaux, Électronique),
option A “Informatique et réseaux”



Séquence pédagogique

Public visé :

BTS CIEL (Cybersécurité, Informatique et réseaux, Électronique),
option A “Informatique et réseaux”

Supports et matériels

- Diaporama présentant les concepts théoriques et les exemples de logs.
- Scripts Python préconfigurés pour publication et souscription MQTT.
- Accès à un broker MQTT (local ou sur une VM).
- Ordinateurs avec environnement Python et client MQTT installé.
- Documents d'aide et supports de TD.

Critères d'évaluation

- **Savoir identifier et expliquer** les échanges MQTT (PUBLISH, PINGREQ, PINGRESP, etc.) à partir des logs.
- **Capacité à manipuler** le protocole MQTT via des scripts et à observer les effets des paramètres.
- **Compréhension des applications** pratiques de MQTT dans un contexte de réseau IoT et de cybersécurité.
- **Rendu d'un compte-rendu** des TPs.

Bibliographie

“Le protocole MQTT et l'internet des objet (IOT)”, J-F Serreau, 2021

“MQTT QoS 0, 1, 2 Explained: A Quickstart Guide”, Z. Zhou, 2024

“Debunking Common MQTT QoS Misconceptions”, J. Deters, 2024

“MQTT Concept”, M. Beschokov, 2024

“MQTT Architecture tutorial : Message Format, types, Flow Diagram”, www.rfwireless-world.com

BTS CIEL, *Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation*