Note
/20

Compétences	Acquise	Non Acquise
C04 : Analyser un système informatique		
C05 : Concevoir un système informatique		

TP n°6

Supervision et Alerting 4.0 : Visualisation Grafana, Notifications Webhook et Audit IT/OT

FICHE MISSION 3

I – <u>PROBLEMATIQUE</u> : Comment visualiser en temps réel les indicateurs de production et avertir automatiquement les équipes de maintenance sur leur smartphone lors d'une dérive tout en garantissant l'étanchéité du réseau de commande OT ?

II – <u>OBJECTIFS</u> :

- Installer et configurer le serveur de supervision **Grafana** sur la VM Ubuntu (**192.168.2.100:3000**)
- Connecter **Grafana** à la base **InfluxDB v2** en utilisant le langage Flux
- Concevoir un tableau de bord (**Dashboard**) décisionnel (jauges, courbes historiques, indicateurs d'état)
- Définir une règle d'alerte sur seuil (Réflectivité ≤ 20 %) et émettre une notification **Webhook** vers l'extérieur via l'interface **enp0s3** (WAN)
- Auditer le cloisonnement entre le sous-réseau OT (**192.168.1.0/24**) et le sous-réseau IT (**192.168.2.0/24**)

III – <u>PRE-REQUIS</u> :

- Avoir validé le TP4 et le TP5 IT (Base **InfluxDB** alimentée en continu par **Telegraf**)
- Compréhension du fonctionnement d'une **API Web REST** et du protocole **HTTP** (requêtes **POST** / **Webhooks**)
- Notions d'analyse de trames réseau (**tcpdump**, **Wireshark**, **Nmap**)

IV – <u>MISE EN SITUATION</u> : Les étapes précédentes ont permis d'archiver les métriques du capteur OGD592 dans **InfluxDB v2**. Cependant, une base de données brute reste peu exploitable pour les techniciens de maintenance sur la ligne de conditionnement.

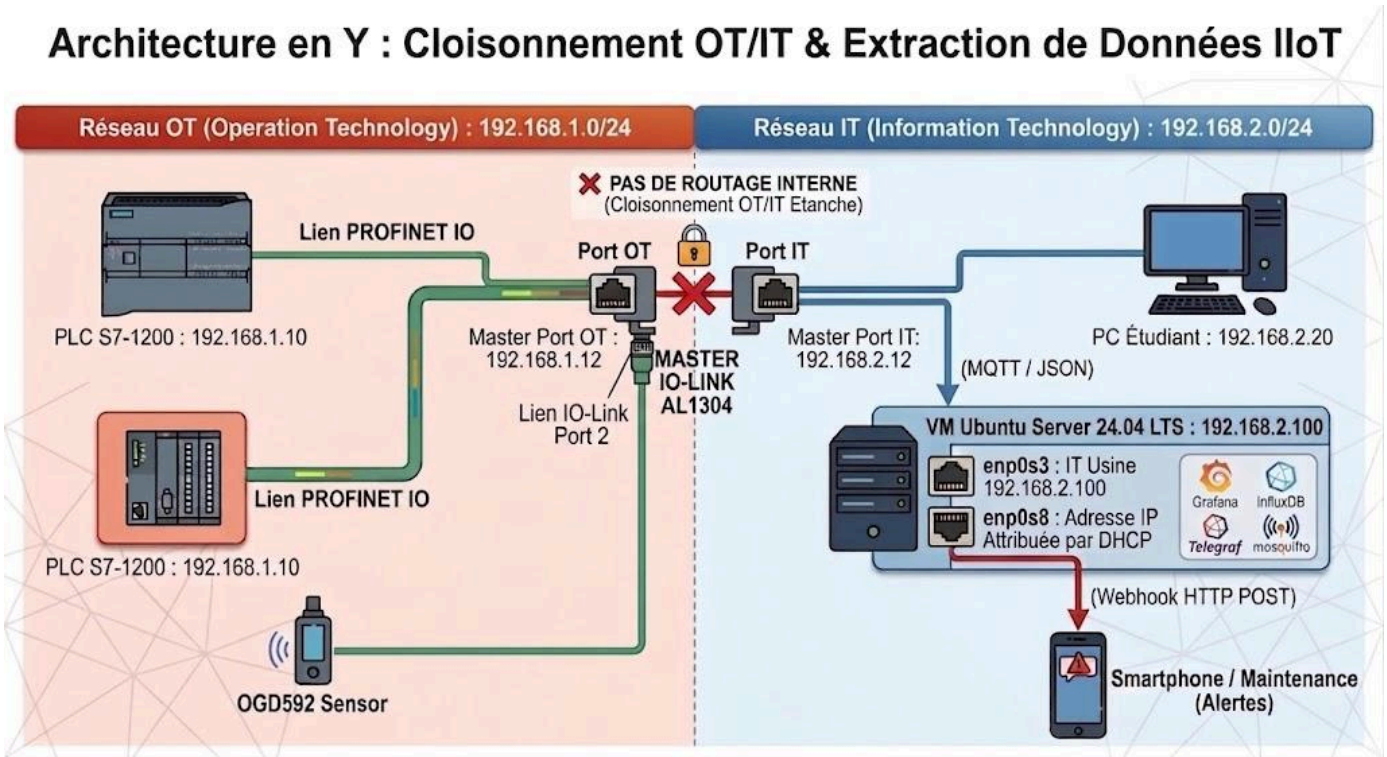
Dans cette dernière mission, vous allez finaliser la supervision 4.0. Vous allez déployer **Grafana** sur la Machine Virtuelle (**192.168.2.100:3000**) pour créer un tableau de bord visuel intégrant des jauges et des courbes d'évolution. Vous paramétrerez un mécanisme d'alerte automatique : en cas d'encrassement critique du capteur (réflectivité ≤ 20 %), **Grafana** générera une notification Webhook instantanée. La Machine Virtuelle utilisera sa seconde interface réseau **enp0s8** (connectée au WAN en Adressage IP Automatique) pour transmettre l'alerte vers le smartphone du technicien. Enfin, vous vérifierez la sécurité du réseau usine en testant le cloisonnement entre l'**IT** et l'**OT**.

V – <u>RESSOURCES MATERIELLES</u> : Vous réaliserez cette mission en travaillant avec un **PC** connecté à **Internet** et un accès à un environnement de travail de type **Workspace** avec les outils bureautiques :

- Traitement de texte.
- Tableur.
- Logiciel de diaporama.
- PC Étudiant (**192.168.2.20**) connecté au réseau IT
- Serveur sur une Machine Virtuelle **Ubuntu 26.04 LTS** (Réseau Interne **192.168.2.100** et Accès par Pont Carte Réseau Sans-Fil)
- Master **IO-Link** IFM (AL1304 / AL1306) avec double interface : IT (**192.168.2.12**) et OT (**192.168.1.12**)
- Capteur photoélectrique **IO-Link** OGD592
- Automate PLC Siemens S7-1200 : OT (**192.168.1.10**)
- Logiciel Moneo Configure
- Clients **MQTT** (mosquitto-clients, MQTT Explorer)
- Logiciels installés sur la VM : Broker **Mosquitto**, **InfluxDB v2**, **Agent Telegraf**, **Wireshark**, **Nmap**
- Application de notification distante : **Discord** / **Slack** / Serveur **Webhook**

VI – <u>RESSOURCES PEDAGOGIQUES</u> : Vous utiliserez le dossier technique fourni ainsi que la documentation technique IFM du Master **IO-Link** et du capteur OGD592.

VII – <u>SCHEMA DE L'INFRASTRUCTURE RESEAU</u> :



VIII – <u>ETUDE PREALABLE DE LA SUPERVISION ET DES WEBHOOKS</u> :

Dans cette nouvelle mission, nous allons nous intéresser à la supervision et à l'envoi de notifications.

Qu'est-ce que **Grafana** et quel est son rôle principal dans une architecture **IIoT** / **Industrie 4.0** ?

……
……

Pourquoi est-il nécessaire d'associer **Grafana** à une base de données de séries temporelles comme **InfluxDB v2** ?

……
……

Quelle est la différence entre une **IHM** locale (pupitre tactile connecté au **PLC**) et une plateforme de supervision centralisée comme **Grafana** ?

……
……

Expliquer le fonctionnement d'un **Webhook HTTP POST** pour la transmission d'alertes de maintenance.

……
……

En quoi l'analyse de l'historique de réflectivité permet-elle de basculer d'une maintenance préventive classique à une maintenance prédictive ?

……
……

IX – INSTALLATION ET CONFIGURATION DE GRAFANA :

1. Installation de Grafana :

Nous allons commencer par installer **Grafana** sur notre machine virtuelle, taper les commandes suivantes pour l'installer :

```
sudo apt-get install -y apt-transport-https software-properties-common wget
sudo mkdir -p /etc/apt/keyrings/
wget -q -O - https://apt.grafana.com/gpg.key | gpg --dearmor | sudo tee /etc/apt/keyrings/grafana.gpg > /dev/null
echo "deb [signed-by=/etc/apt/keyrings/grafana.gpg] https://apt.grafana.com stable main" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/grafana.list
sudo apt-get update && sudo apt-get install grafana -y
sudo systemctl enable --now grafana-server
```

Donner la capture d'écran du bon fonctionnement de **Grafana**.

……
……

2. Configuration de Grafana :

Vous pouvez maintenant accéder à l'interface de configuration de **Grafana** en utilisant un navigateur Internet et en tapant l'**URL** suivante : **http://192.168.2.100:3000**

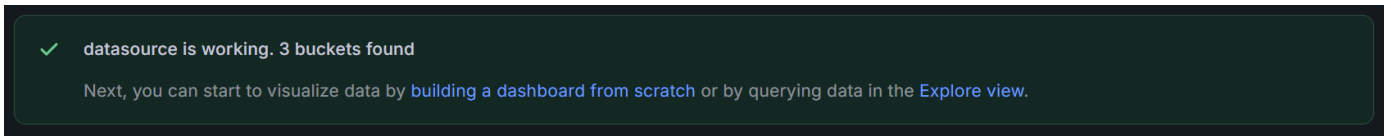
Remplir les informations suivantes en ajoutant une nouvelle source de données dans **Grafana** :

- Query Language : **Flux**
- URL : **http://localhost:8086**
- Organization : **Lycee_Jules_Fil**
- Bucket : **iiot_cassoulet**

Donner les captures d'écran de la configuration de **Grafana**.

……
……

Vous devez avoir ce message si votre configuration est correcte, il faut penser à sauvegarder :



Dans **Data Sources**, votre nouvelle source de données doit apparaître :



3. Création du Dashboard « Supervision Ligne Conditionnement » :

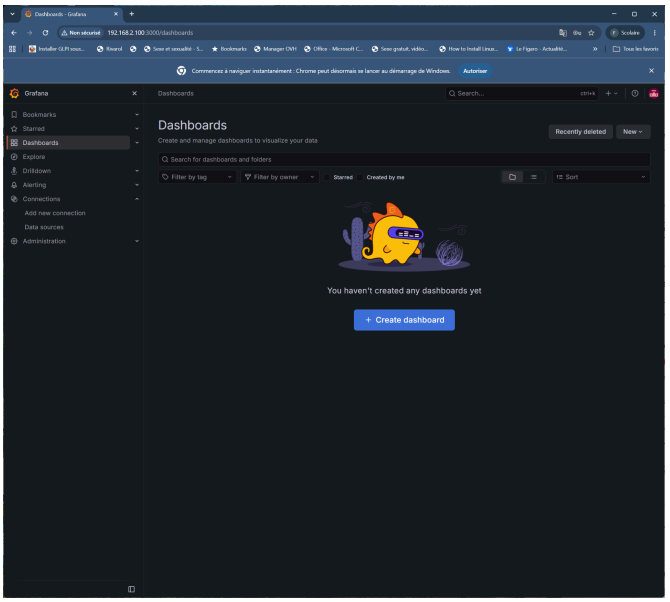
Nous allons maintenant créer trois panneaux sur le tableau de bord :

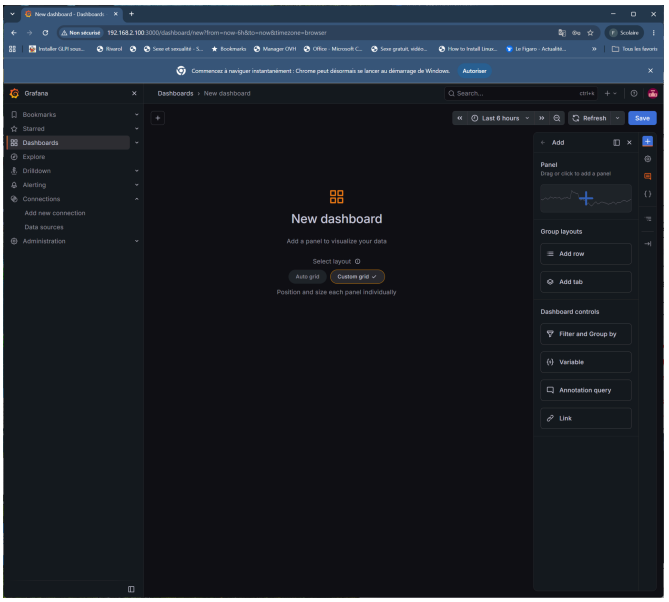
- Gauge (Réflectivité instantanée) : Vert (> 30 %), Orange (20 à 30 %), Rouge (≤ 20 %)
- Graphique Time-Series : Evolution conjointe de la distance (mm) et de la réflectivité (%)
- Stat Panel : Affichage numérique instantané de la dernière valeur reçue du Master AL1304/AL1306 concernant la distance

Voici la procédure étape par étape pour créer et configurer le premier panneau du tableau de bord dans **Grafana** à partir de votre source de données **InfluxDB v2**.

Etape préalable : Création du **Dashboard**

1. Dans le menu de gauche de Grafana, cliquez sur **Dashboards** puis sur le bouton **New** → **New Dashboard**
2. Cliquez sur le bouton **Add visualization**
3. Sélectionnez votre source de données **InfluxDB** (configurée en langage **Flux**)





Panneau 1 : Gauge — Réflectivité instantanée

Ce panneau affiche une jauge dynamique colorée selon l'état d'encrassement du capteur.

1. Choix de la visualisation : En haut à droite, changez le type de panneau pour sélectionner **Gauge**
2. Titre du panneau : Dans la section Panel options à droite, nommez le panneau « **Réflectivité Instantanée** »
3. Requête Flux (Code) : Dans l'onglet Query, collez la requête suivante :

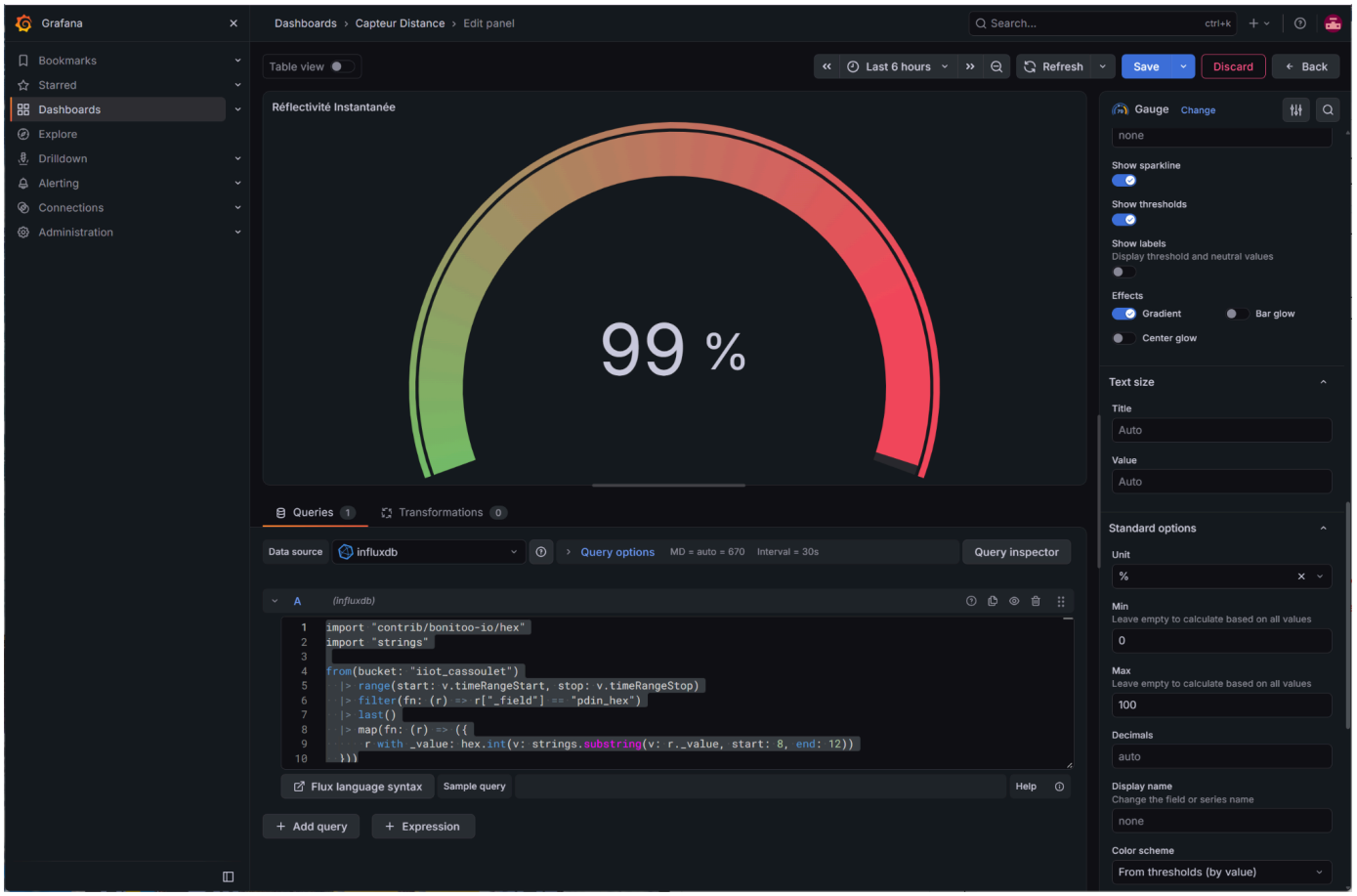
```
import "contrib/bonitoo-io/hex"
import "strings"



from(bucket: "iiot_cassoulet")
 |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
 |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "pdin_hex")
 |> last()
 |> map(fn: (r) => ({
     r with _value: hex.int(v: strings.substring(v: r._value, start: 8, end: 12))
 }))
```

4. Configuration de la valeur (Standard options) :

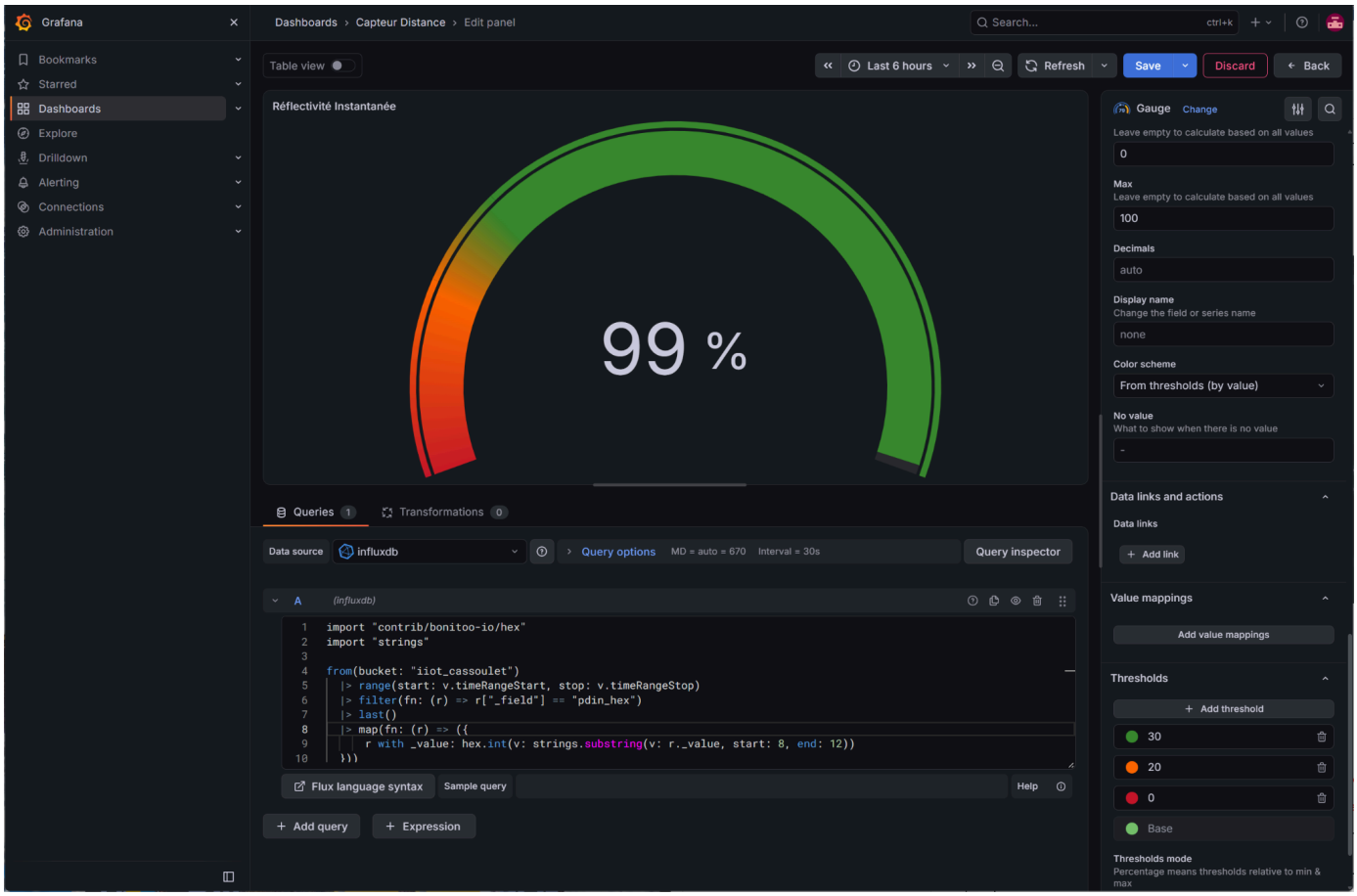
   - Unit : Percent (0-100) ou %
   - Min : 0 / Max : 100.



5. Configuration des seuils (Thresholds) :

Dans le volet de droite, configurer les plages de couleurs :

- Rouge (Base) : 0 (valeur ≤ 20 %)
- Orange : 20 (valeur entre 20 % et 30 %)
- Vert : 30 (valeur > 30 %)



6. Cliquez sur **Save** en haut à droite

Comment faites-vous pour créer les deux autres panneaux en donnant les étapes de configuration ?

.....

.....

Votre tableau de bord doit ressembler à ceci :



Comment faites-vous pour afficher le tableau de bord sans les menus afin de le partager avec d'autres utilisateurs ? Faites une capture d'écran de ce tableau de bord sans les menus.

X – CONFIGURATION DES NOTIFICATIONS :

L'objectif de cette partie consiste à prévenir l'encrassement du capteur optique OGD592 grâce à la mise en place d'un service de notification automatique en temps réel. Lorsque des salissures s'accumulent sur la lentille du capteur, la mesure de réflectivité chute progressivement. Pour garantir la continuité d'exploitation, une alerte est transmise automatiquement dans un salon Google Chat dès que la réflectivité descend sous le seuil critique de 20 %.

La phase préalable consiste à préparer le salon de réception dans Google Chat :

- Création de l'espace : Ouverture d'un nouvel espace de discussion dédié (**Alertes IIoT Usine**) dans **Google Chat**
- Génération du Webhook : Création d'un **Webhook** entrant nommé **Grafana Bot** depuis le menu **Applis et intégrations → Webhooks**
- Récupération du lien : Copie de l'URL unique générée au format **https://chat.googleapis.com/v1/spaces/** ….. afin de la lier à Grafana

Comment faites-vous pour réaliser cette étape préalable ?

……
……

La première phase permet d'interconnecter **Grafana** avec l'espace de discussion **Google Chat** au moyen de cette **URL** :

- Création du point de contact : Déclaration d'un point de contact nommé **Webhook Google Chat** dans le menu **Alerting** de **Grafana** en y insérant l'**URL** générée
- Validation du canal : Vérification de la bonne réception de la notification de test directement sur le salon
- Définition de la destination par défaut : Raccordement du point de contact à la politique de notification par défaut (**Default policy**) pour garantir l'acheminement systématique des messages

Comment faites-vous pour réaliser cette première phase ?

……
……

La seconde phase concerne la création et le paramétrage de la règle d'alerte intitulée Alerte Réflectivité Faible (< 20%) :

- Traitement de la trame brute : Le capteur transmet une valeur sous format hexadécimal (**pdin_hex**). Une requête rédigée en langage Flux extrait puis convertit cette information en un entier décimal directement exploitable.

- Configuration du seuil : Application d'une condition de contrôle IS BELOW avec une valeur limite fixée à 20.

- Contrôle et déclenchement : La surveillance s'effectue selon un cycle d'évaluation de 30 secondes. Si la réflectivité reste inférieure à 20 % de manière continue pendant 30 secondes, la règle passe à l'état actif (Firing) et déclenche immédiatement l'envoi de l'alerte sur Google Chat.

Comment faites-vous pour réaliser cette deuxième phase ?

……
……

Réaliser un test en obstruant le capteur et relever les notifications envoyées dans Google Chat.

……
……

XI – AUDIT DE CLOISONNEMENT IT/OT ET CYBERSECURITE :

Nous allons réaliser une analyse de l'audit de cloisonnement et de la cybersécurité.

Depuis la Machine Virtuelle (enp0s3 : **192.168.2.100**), tenter un ping vers l'automate PLC OT (**192.168.1.10**).

……
……

Nous allons faire une capture de trames pour vérifier si on récupère des trames du protocole OT. Taper la commande suivante :

```
sudo tcpdump -i eth0 -n "pn_rt"
```

……
……

Pour s'assurer que la Machine Virtuelle ne sert pas de passerelle entre le WAN (**enp0s8**) et le réseau IT de l'usine (**enp0s3**), que faut-il vérifier dans le fichier de configuration **/etc/sysctl.conf** ?

……
……

XII – CONCLUSION :

Pour conclure cette étude et ouvrir sur les perspectives d'optimisation de l'architecture IIoT, l'analyse technique globale permet de dégager trois axes clés concernant le traitement des données et la montée en charge.

Quel serait l'impact sur les performances si l'infrastructure devait intégrer 50 capteurs OGD592 supplémentaires tout en conservant le décodage hexadécimal via **Flux** dans **Grafana** ?

……
……

Faut-il ne conserver que les valeurs décimales converties ou est-il pertinent d'archiver la trame brute **pdin_hex** dans **InfluxDB** ?

……
……

Quel est l'intérêt de déporter la conversion hexadécimale dans **Telegraf** (via **Starlark**) ou directement au niveau du Master **IO-Link** / de l'automate ?

……
……

Comparer le traitement de l'alerte d'encrassement côté **OT** (TP3 — Voyant automate **%Q0.0**) et côté **IT** (TP6 — Notification Grafana). En quoi sont-ils complémentaires ?

……
……

Résumer la complémentarité entre la réactivité temps réel industrielle et la centralisation des données de supervision **IT** dans l'usine **4.0**.

……
……

Grille de Notation			Validation Compétences
Etude préalable (Supervision, **Grafana** et **Webhooks**)		**/3**	
Installation et Configuration de **Grafana** (Source **InfluxDB v2)**		**/4**	
Tableau de bord décisionnel & partage Mode **Kiosk** (Jauges, Courbes, Stat)		**/3**	**Valide C05**
Configuration du système d'alerte et **Webhook Google Chat**		**/3**	
Conclusion et analyse technique (Stockage Hexadécimal et Décimal, **Starlark**/**Edge**)		**/6**	**Valide C04**
Barème de notation total		**/20**	