

Documentation application

Digital Twin



Juin 2022

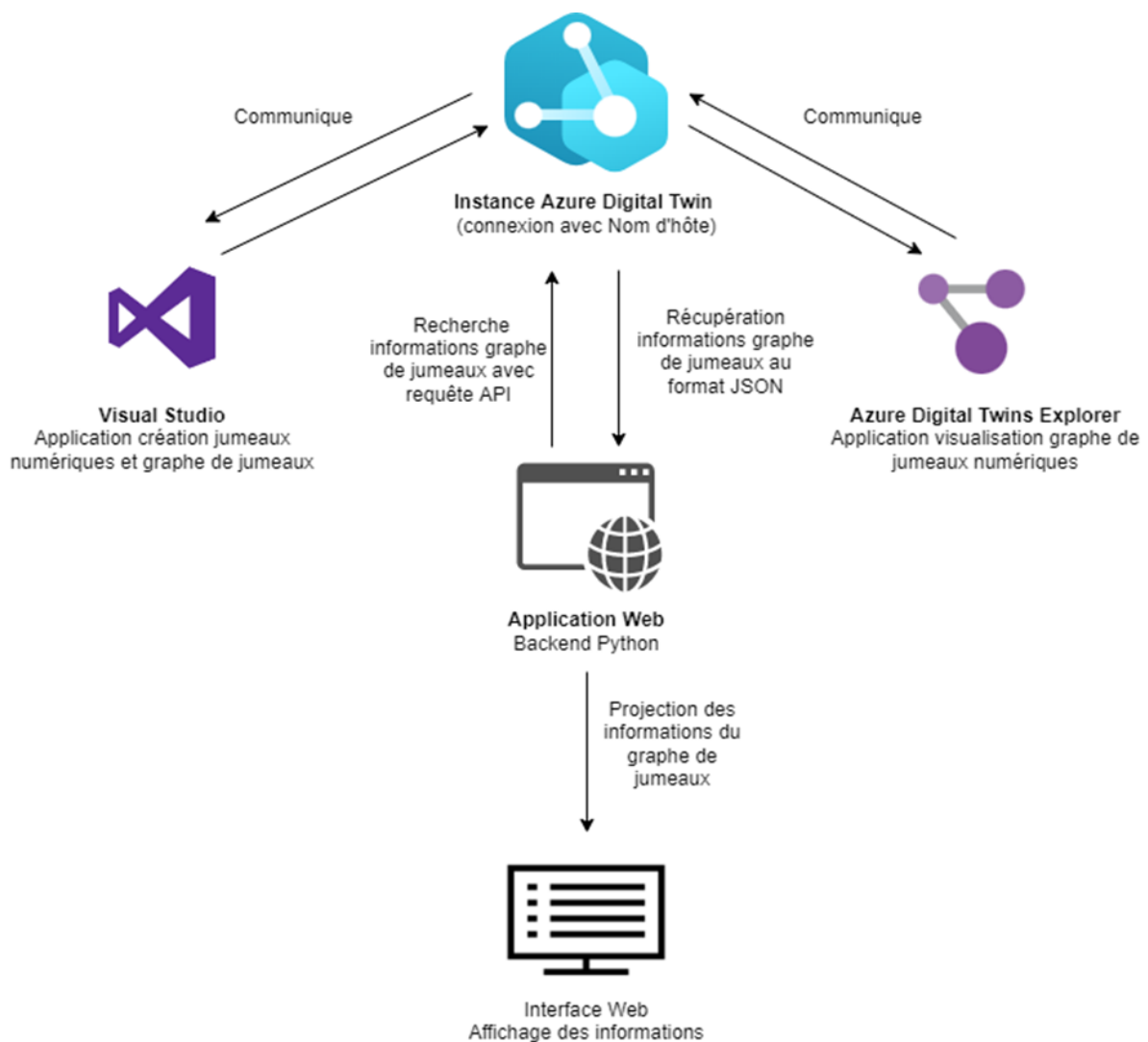
Table des matières

I.	Introduction.....	3
II.	Installation et configuration de Microsoft Azure Digital Twin	4
III.	Création du graphe de Digital Twin et connexion avec Microsoft Azure Digital Twin	6
IV.	Configuration et lancement de l'Application Web.....	11

I. Introduction

Dans ce document, nous avons réalisé la documentation pour le fonctionnement de l'implémentation d'un projet de recherche utilisant les Digital Twin. Cette implémentation est le résultat du projet de recherche « Traçabilité et sûreté dans l'industrie alimentaire : une solution basée sur le Digital Twin » effectuée au Centre Universitaire d'Informatique (CUI) de l'Université de Genève. L'implémentation proposée dans ce rapport est celle décrivant la proposition de solution dans le rapport du projet de recherche (exemple de la chaîne d'approvisionnement pour la fabrication de pot de miel). Le rapport du projet de recherche est disponible en annexe. Pour plus d'information sur le projet en général, consulter le document en question.

L'architecture globale du projet est présentée à travers l'image suivante.



II. Installation et configuration de Microsoft Azure Digital Twin

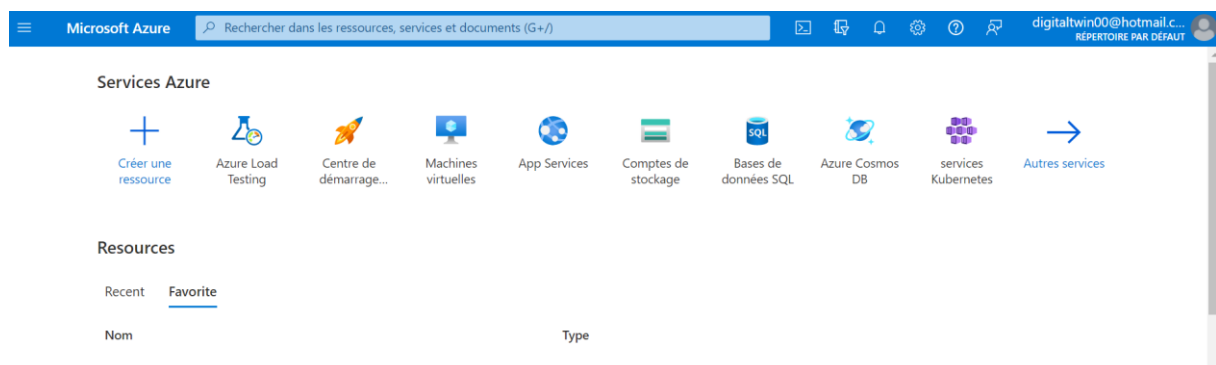
La première chose à faire pour lancer l'implémentation de l'application de Digital Twin est la création d'un compte Microsoft Azure.

Pour cela, il faut se rendre directement sur le site web et créer son compte : <https://azure.microsoft.com/fr-fr/>

Lors de la création du compte, sélectionner l'option « compte gratuit » pour bénéficier de l'offre gratuite de 30 jours offerte par Microsoft.

Attention : pour valider la création du compte Microsoft Azure, il faut renseigner un certain nombre d'informations tel que le pays ou encore les informations d'une carte bancaire. Bien faire attention à sélectionner le même pays que le pays émetteur de la carte bancaire que l'on souhaitera renseigner pour la création du compte, sinon la création du compte va échouer. Une fois le pays sélectionné et validé, il ne sera plus possible de le changer. Donc bien faire attention avant de valider ces informations.

Une fois le compte Microsoft Azure créé, se rendre dans la section accueil du site web pour « créer une ressource ».



Une fois dans la section de création d'une ressource, dans la barre de recherche, écrire « azure digital twins » pour chercher la ressource Azure Digital Twin. Cliquez ensuite dessus pour en créer une nouvelle.

Place de marché ...

Démarrer
Fournisseurs de services
Administration
Place de marché privée
Gestion des offres privées
Ma place de marché
Favoris
Création récente
Produits privés

Tarification : Tous
Système d'exploitation : Tous
Type d'éditeur : Tous
Type de produit : Tous
Nom de l'éditeur : All

Affichage de 1 à 6 sur 6 résultats pour « azure digital twins ». [Effacer la recherche](#)

Azure Digital Twins

Microsoft

Azure Service

Create next-generation IoT connected solutions that model the real world.

XMPro for Azure

XMPro

Azure Application

Create Real-Time Apps in Days with XMPro's No Code Application Composition Platform

TwinWorX® - Centralized Monitoring and Control of

e-Magic Inc.

Azure Application

TwinWorX®: Monitor, Visualize, Control and Optimize assets

Elastacloud Intelligent Spaces

Elastacloud Limited

Azure Application

The Azure based IoT and Data platform that lets you take control of your physical spaces

Une fois la ressource sélectionnée, compléter la section « information de base » comme dans l'exemple ci-dessous. Ne pas oublier ce cocher la case « Attribuer le rôle Propriétaire de données Azure Digital Twins » dans cette section.

Créer une ressource ...

Azure Digital Twins

*** Informations de base** * Réseau Avancé Étiquettes Vérifier + créer

Créez une instance Azure Digital Twins pour commencer à créer des solutions connectées qui modélisent le monde réel. [En savoir plus](#)

Détails du projet

Sélectionnez l'abonnement pour gérer les coûts et les ressources déployées. Utilisez les groupes de ressources comme des dossiers pour organiser et gérer toutes vos ressources.

Abonnement *

Azure subscription 1

Groupe de ressources *

(Nouveau) exemple_ressource_digital_twin

[Créer nouveau](#)

Détails de l'instance

Nom de la ressource *

exempleRessourceDigitalTwin

Région *

West Central US

Accorder l'accès à la ressource

Pour gérer les éléments dans une instance, un utilisateur doit pouvoir accéder aux API de plan de données Azure Digital Twins. Sélectionnez le rôle suggéré ci-dessous pour vous accorder un accès complet aux API de plan de données. Vous pouvez également utiliser le contrôle d'accès (IAM) pour choisir les rôles appropriés plus tard. [En savoir plus](#)

☒ Attribuer le rôle Propriétaire de données Azure Digital Twins ⓘ

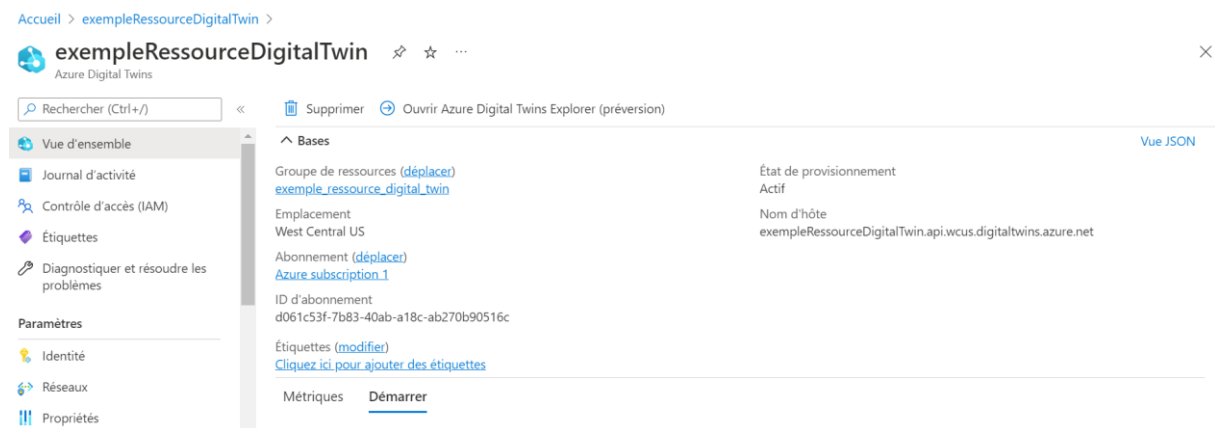
Vérifier + créer

< Précédent

Suivant : Réseau >

Ensuite, cliquer sur le bouton « Vérifier + créer » et ensuite le bouton « Créer » pour valider la création de la ressource Azure Digital Twin. Attendre quelques minutes pour que le déploiement de la ressource se finalise (un message apparaît lorsque le déploiement s'achève).

Une fois de déploiement de la nouvelle ressource achevé, se rendre sur cette dernière pour y voir ses informations comme dans l'image suivante.



Ici, l'information la plus importante est le « Nom d'hôte ». C'est à partir de cette URL que l'on va pouvoir connecter notre ressource Azure Digital Twin à des applications externes.

III. Création du graphe de Digital Twin et connexion avec Microsoft Azure Digital Twin

Une fois l'installation et la configuration de notre ressource Microsoft Azure Digital Twins achevé, nous pouvons passer à la partie de création de notre graphe de Digital Twin et sa connexion avec notre ressource Microsoft Azure Digital Twins.

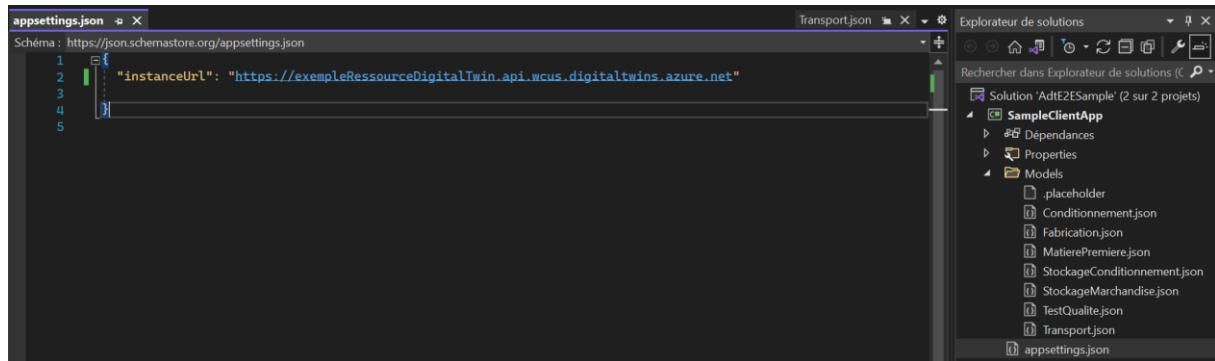
La création du graphe s'effectue à l'aide d'une application externe fonctionnant sur « Visual Studio ». Donc avant de commencer, s'assurer de posséder ce logiciel sur notre ordinateur.

Une fois s'assurer que le logiciel a bien été installé, dans le dossier « master-project-app », se rendre dans le dossier « digital_twins_graph_creation ». Ensuite, se rendre dans le dossier « AdtSampleApp » et cliquer sur « AdtE2ESample.sln ». Une fois avoir cliqué sur « AdtE2ESample.sln », le logiciel Visual Studio devrait s'ouvrir.

Une fois dans le logiciel Visual Studio, sélectionner le fichier « appsettings.json » contenu dans la section « Explorateur de solutions ». Ce fichier est le fichier de configuration nous permettant de pouvoir connecter notre application de création de graphes avec notre instance Microsoft Azure Digital Twin.

Pour effectuer la connexion, dans la section « instanceUrl » du fichier « appsettings.json », remplacer l'URL par celui du Nom d'hôte de notre instance Microsoft Azure Digital Twin créé précédemment (ne pas oublier d'inclure au début de l'URL « https:// »). Par exemple, par rapport à la ressource créée précédemment, l'URL complète pour la section « instanceUrl » du fichier « appsettings.json » sera :

« <https://exempleRessourceDigitalTwin.api.wcus.digitaltwins.azure.net> »



Ne pas oublier d'enregistrer les modifications (ctrl+s).

Ensuite, une fois l'URL correctement configurée, lancer l'application en cliquant sur le bouton « SampleClientApp » situé en haut ou encore en appuyant sur la touche F5 de notre clavier. Une fois l'application lancée, une invite de commande s'ouvre.

Commencer en écrivant les deux commandes suivantes (ceci est uniquement nécessaire si la ressource Microsoft Azure Digital Twin a déjà été utilisée préalablement pour pouvoir y supprimer tous les twins ou modèles déjà existants dessus) :

DeleteAllTwins

DeleteAllModels

Ensuite, pour créer les modèles de Digital Twin, écrire la commande suivante :

CreateModels MatierePremiere Conditionnement Transport StockageMarchandise StockageConditionnement Fabrication TestQualite

Si les modèles ont bien été créés, le message « Model(s) created successfully! » devrait apparaître.

Ensuite, pour créer les digital twin, écrire les commandes suivantes (soit une par une, soit en copiant-collant tout directement) :

CreateDigitalTwin dtmi:MatierePremiere;1 fournisseurMiel DateAndTime dateTime 2022-04-20T20:01:15 NomIngredient string Miel CodeProduit string PN0001 Temperature double 10

CreateDigitalTwin dtmi:Conditionnement;1 fournisseurPot DateAndTime dateTime 2022-04-20T20:11:39 NomConditionnement string Pot CodeProduit string PN0002 Matiere string Plastique

CreateDigitalTwin dtmi:Conditionnement;1 fournisseurEtiquette DateAndTime dateTime 2022-04-20T20:06:26 NomConditionnement string Etiquette CodeProduit string PN0003 Matiere string Autocollant

CreateDigitalTwin dtmi:Transport;1 transportMiel DateAndTime dateTime 2021-04-21T06:41:56 MarchandiseTransporte string Miel CodeProduit string PN0001 Temperature double 12 IdTwinsFournisseurOuStockage string fournisseurMiel
CreateDigitalTwin dtmi:Transport;1 transportPot DateAndTime dateTime 2022-04-21T11:44:31 MarchandiseTransporte string Pot CodeProduit string PN0002 Temperature double 13 IdTwinsFournisseurOuStockage string fournisseurPot
CreateDigitalTwin dtmi:Transport;1 transportEtiquette DateAndTime dateTime 2022-04-21T10:09:45 MarchandiseTransporte string Etiquette CodeProduit string PN0003 Temperature double 13 IdTwinsFournisseurOuStockage string fournisseurEtiquette
CreateDigitalTwin dtmi:StockageMarchandise;1 stockageMiel DateAndTime dateTime 2021-04-21T16:42:23 MarchandiseStockee string Miel CodeProduit string PN0001 Temperature double 12 IdTwinsTransporteur string transportMiel
CreateDigitalTwin dtmi:StockageConditionnement;1 stockagePot DateAndTime dateTime 2021-04-21T13:08:22 ConditionnementStockee string Pot CodeProduit string PN0002 IdTwinsTransporteur string transportPot
CreateDigitalTwin dtmi:StockageConditionnement;1 stockageEtiquette DateAndTime dateTime 2021-04-21T18:23:22 ConditionnementStockee string Etiquette CodeProduit string PN0003 IdTwinsTransporteur string transportEtiquette
CreateDigitalTwin dtmi:Fabrication;1 fabricationPotDeMiel DateAndTime dateTime 2022-04-22T13:39:52 ProduitFabrique string PotDeMiel CodeProduit string PN0004 Temperature double 11
CreateDigitalTwin dtmi:TestQualite;1 testQualiteProduit DateAndTime dateTime 2022-04-22T15:36:23 CodeProduit string PN0004 QualiteProduit string Bonne
CreateDigitalTwin dtmi:StockageMarchandise;1 stockagePotDeMiel DateAndTime dateTime 2022-04-22T17:22:12 MarchandiseStockee string PotDeMiel CodeProduit string PN0004 Temperature double 10
CreateDigitalTwin dtmi:Transport;1 transportPotDeMiel DateAndTime dateTime 2022-04-23T09:48:20 MarchandiseTransporte string PotDeMiel CodeProduit string PN0004 Temperature double 12 IdTwinsFournisseurOuStockage string stockagePotDeMiel
CreateDigitalTwin dtmi:StockageMarchandise;1 stockagePotDeMielTransporteur DateAndTime dateTime 2022-04-23T10:57:01 MarchandiseStockee string PotDeMiel CodeProduit string PN0004 Temperature double 14 IdTwinsTransporteur string transportPotDeMiel
CreateDigitalTwin dtmi:StockageMarchandise;1 stockagePotDeMielDistributeur DateAndTime dateTime 2022-04-23T15:02:46 MarchandiseStockee string PotDeMiel CodeProduit string PN0004 Temperature double 14 IdTwinsTransporteur string transportPotDeMiel

Un message attestant que le twin a bien été créé devrait s’afficher pour tous les twins. Par exemple, pour le premier twin créé s’appelant « fournisseurMiel », le message affiché est « Twin 'fournisseurMiel' created successfully! ».

Ensuite, pour créer les relations existantes entre les digital twin, écrire les commandes suivantes (soit une par une, soit en copiant-collant tout directement) :

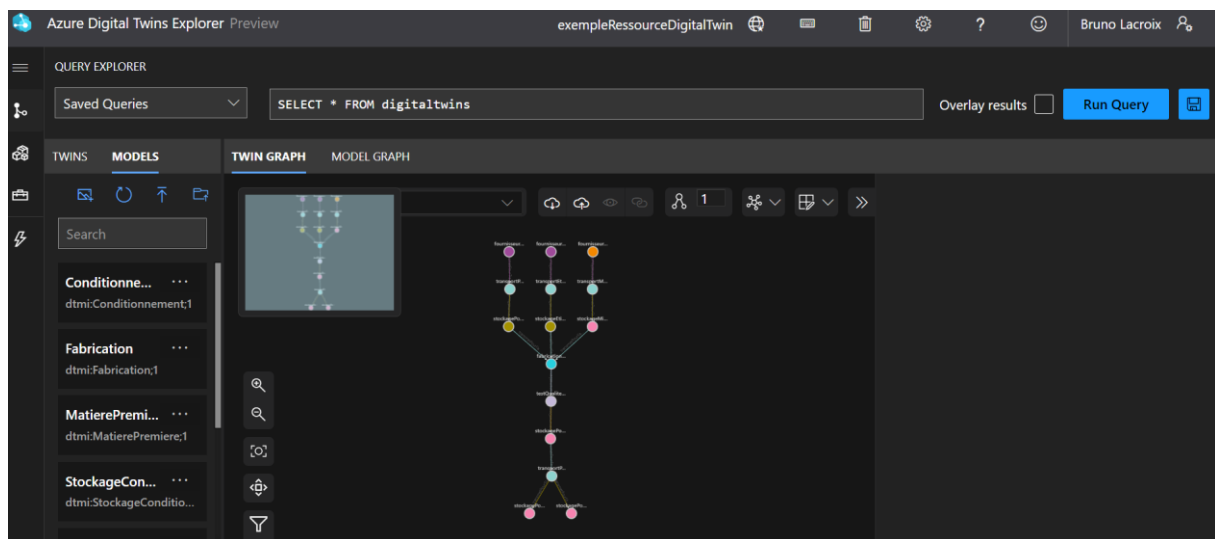
CreateRelationship fournisseurMiel transmetPourTransport transportMiel relationship0
CreateRelationship fournisseurPot transmetPourTransport transportPot relationship1
CreateRelationship fournisseurEtiquette transmetPourTransport transportEtiquette relationship2
CreateRelationship transportMiel transmetPourStockage stockageMiel relationship3
CreateRelationship transportPot transmetPourStockage stockagePot relationship4
CreateRelationship transportEtiquette transmetPourStockage stockageEtiquette relationship5
CreateRelationship stockageMiel transmetPourFabricationOuTransport fabricationPotDeMiel relationship6
CreateRelationship stockagePot transmetPourFabricationOuTransport fabricationPotDeMiel relationship7
CreateRelationship stockageEtiquette transmetPourFabricationOuTransport fabricationPotDeMiel relationship8
CreateRelationship fabricationPotDeMiel transmetServiceQualite testQualiteProduit relationship9
CreateRelationship testQualiteProduit transmetStockagePotDeMiel stockagePotDeMiel relationship10
CreateRelationship stockagePotDeMiel transmetPourFabricationOuTransport transportPotDeMiel relationship11
CreateRelationship transportPotDeMiel transmetPourStockage stockagePotDeMielTransporteur relationship12
CreateRelationship transportPotDeMiel transmetPourStockage stockagePotDeMielDistributeur relationship13

Un message attestant que la relation entre deux twin a bien été créée devrait s’afficher. Par exemple, pour la première relation entre les twins « fournisseurMiel » « transportMiel », le message affiché est « Relationship relationship0 of type transmetPourTransport created successfully from fournisseurMiel to transportMiel! ».

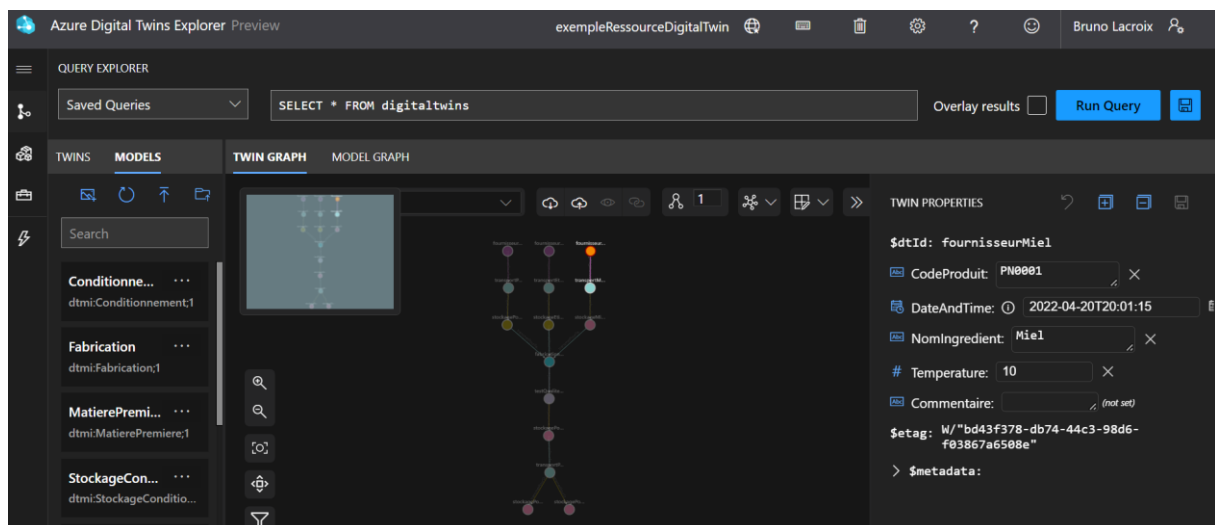
Une fois notre graphe de digital twin et ses relations créées, il est possible de visualiser ce dernier dans la section Azure Digital Twin Explorer de notre ressource Azure. Pour cela, cliquer sur le bouton « Ouvrir Azure Digital Twins Explorer (préversion) » présent sur la page de notre ressource (bouton disponible à côté du bouton « supprimer »). Une fois cliquée dessus, une nouvelle fenêtre s’ouvre dans notre navigateur. Voir l’image suivante pour plus de détails.



Une fois sur cette nouvelle fenêtre, cliquer sur le bouton « Run Query » pour voir notre graphe de digital twin s'afficher.



Il est possible d'accéder aux informations relatives à un twin en cliquant sur ce dernier. A ce sens, une section à droite devrait apparaître avec toutes ses informations.



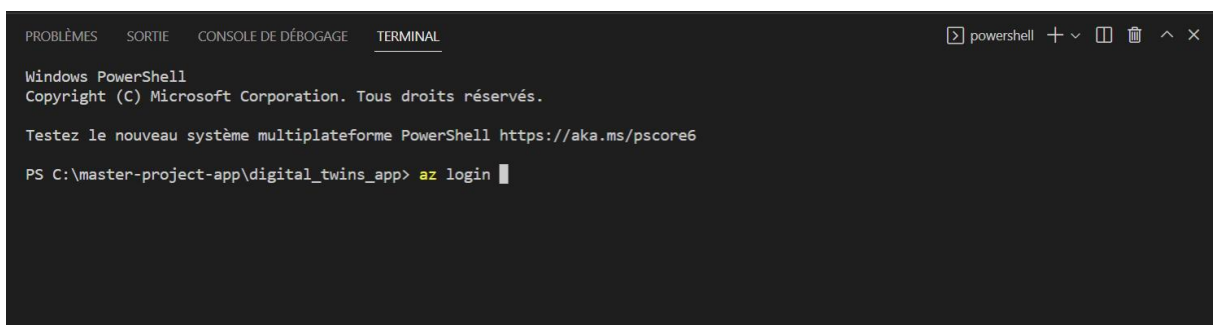
IV. Configuration et lancement de l'Application Web

Une fois notre graphe de digital twin créé, il est possible d'accéder aux informations de ce dernier à l'aide d'une application web externe développée avec un Backend Python (framework Flask). Nous avons utilisé le logiciel Visual Studio Code pour la configuration de notre application.

Tout d'abord, il faut installer l'interface de ligne de commande Azure (Azure CLI) qui permet de pouvoir interagir avec notre compte Microsoft Azure (connexion au compte, accès aux ressources, etc.) avec des commandes. Pour ceci, il suffit de se rendre sur le site officiel de Microsoft et de directement télécharger Azure CLI selon son système d'exploitation :

<https://docs.microsoft.com/fr-fr/cli/azure/install-azure-cli-windows?tabs=azure-cli>

Une fois Azure CLI installé, il faut ouvrir une invite de commande, soit directement à travers Visual Studio Code ou notre système d'exploitation. Ici, nous avons décidé d'ouvrir l'invite de commande directement depuis Visual Studio Code. Une fois l'invite de commande ouverte, écrire la commande « az login » pour pouvoir se connecter à son compte Microsoft Azure depuis notre système comme le montre l'image suivante.

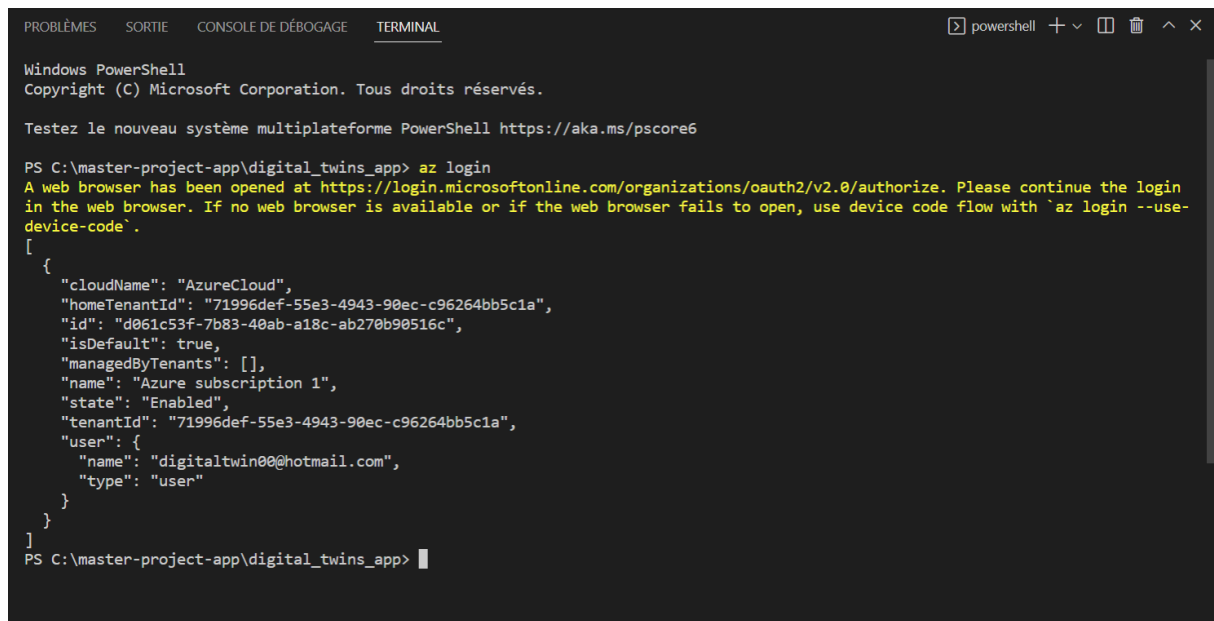


```
PROBLÈMES  SORTIE  CONSOLE DE DÉBOGAGE  TERMINAL
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

Testez le nouveau système multiplateforme PowerShell https://aka.ms/pscore6

PS C:\master-project-app\digital_twins_app> az login
```

Une fois la commande exécutée, une page devrait s'ouvrir dans un navigateur pour y renseigner les informations concernant notre compte Microsoft Azure (notamment l'email et le mot de passe). Une fois la connexion faite, le message « You have logged into Microsoft Azure! » apparaîtra sur le navigateur et toutes les informations relatives au compte Microsoft Azure apparaîtront sur l'invite de commande comme le montre l'image suivante.



```
PROBLÈMES  SORTIE  CONSOLE DE DÉBOGAGE  TERMINAL
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

Testez le nouveau système multiplateforme PowerShell https://aka.ms/pscore6

PS C:\master-project-app\digital_twins_app> az login
A web browser has been opened at https://login.microsoftonline.com/organizations/oauth2/v2.0/authorize. Please continue the login
in the web browser. If no web browser is available or if the web browser fails to open, use device code flow with `az login --use-
device-code`.
[
  {
    "cloudName": "AzureCloud",
    "homeTenantId": "71996def-55e3-4943-90ec-c96264bb5c1a",
    "id": "d061c53f-7b83-40ab-a18c-ab270b90516c",
    "isDefault": true,
    "managedByTenants": [],
    "name": "Azure subscription 1",
    "state": "Enabled",
    "tenantId": "71996def-55e3-4943-90ec-c96264bb5c1a",
    "user": {
      "name": "digitaltwin00@hotmail.com",
      "type": "user"
    }
  }
]
PS C:\master-project-app\digital_twins_app>
```

Après avoir installé Azure CLI et s'être connectée sur son compte Microsoft Azure à l'aide de ce dernier, la prochaine étape consiste en l'installation du langage de programmation Python sur son ordinateur.

Pour cela, une des solutions est d'aller sur le site web de Python pour y télécharger la dernière version : <https://www.python.org/downloads/>

Si l'on décide de télécharger Python depuis le site web sur un système d'exploitation Windows, il va falloir configurer la variable d'environnement de notre système pour que Python puisse être disponible sur l'invite de commande Windows (rechercher en ligne comment faire ça).

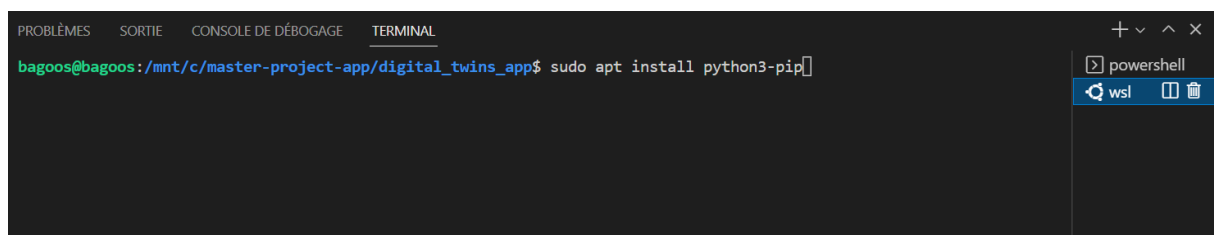
Une autre solution (plus simple que la précédente) pour l'utilisation de Python sur Windows est l'installation du sous-système Windows pour Linux (WSL) sur notre système d'exploitation Windows. L'avantage d'installer WSL est que Python y est directement installé et qu'on peut exécuter des commandes Linux directement depuis notre système Windows. Pour cela, suivre les indications dans le lien suivant : <https://ubuntu.com/tutorials/install-ubuntu-on-wsl2-on-windows-10#1-overview>

Dans le cas d'autre système d'exploitation (comme MacOS), voir comment y installer Python.

Une fois le langage de programmation Python installé sur notre ordinateur, il faut installer le gestionnaire de package du langage s'appelant « pip ».

Dans le cas que l'on utilise Python sur Windows, suivre les instructions dans le lien suivant pour l'installation de « pip » : <https://www.geeksforgeeks.org/how-to-install-pip-on-windows/>

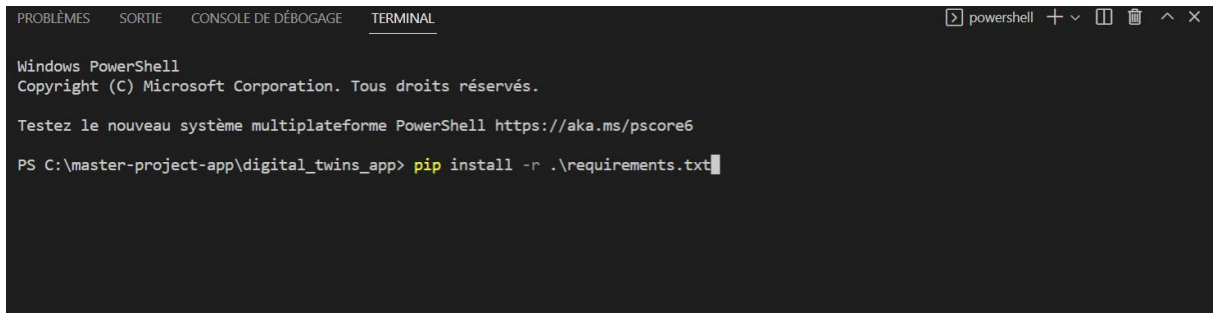
Dans le cas qu'on utilise Python à travers WSL, taper la commande « `sudo apt install python3-pip` » pour installer « pip » comme le montre l'image suivante.



```
PROBLÈMES  SORTIE  CONSOLE DE DÉBOGAGE  TERMINAL
bagoos@bagoos:/mnt/c/master-project-app/digital_twins_app$ sudo apt install python3-pip
```

Ensuite, se rendre dans le dossier « digital_twins_app » sur Visual Studio Code depuis l'invite de commande Windows ou WSL.

Dans le cas où on utilise l'invite de commande Windows, écrire la commande « `pip install -r .\requirements.txt` » pour installer les dépendances contenues dans le fichier « requirements.txt » comme le montre l'image suivante.

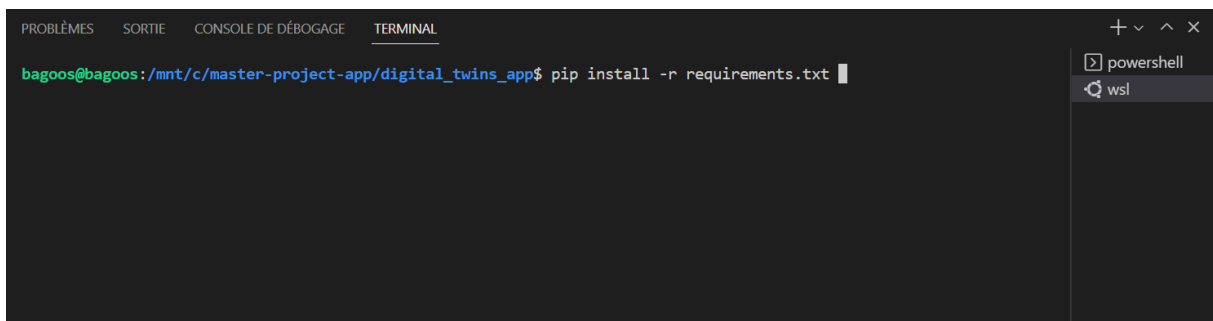


```
PROBLÈMES  SORTIE  CONSOLE DE DÉBOGAGE  TERMINAL
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

Testez le nouveau système multiplateforme PowerShell https://aka.ms/pscore6

PS C:\master-project-app\digital_twins_app> pip install -r .\requirements.txt
```

Dans le cas où on utilise WSL, écrire la commande « `pip install -r requirements.txt` » pour installer les dépendances contenues dans le fichier « requirements.txt » comme le montre l'image suivante.



```
PROBLÈMES  SORTIE  CONSOLE DE DÉBOGAGE  TERMINAL
bagoos@bagoos:/mnt/c/master-project-app/digital_twins_app$ pip install -r requirements.txt
```

Une fois les dépendances installées à l'aide de « pip », la dernière étape est le lancement de l'application web pour y voir les informations relatives à notre graphe de twin créé dans la partie précédente.

Pour cela, ouvrir dans Visual Studio Code le dossier « webDigitalTwins » contenu dans le dossier « digital_twins_app » qui est lui-même contenu dans le dossier « master-project-app ». Une fois dans le dossier « webDigitalTwins », sélectionner le fichier « digitaltwins.py » et repérer dans ce fichier les deux variables « azureToken » et « azureUrl ». C'est à travers les informations de ces deux variables qu'on peut connecter notre application web à notre instance de digital twin qui contient notre graphe.



```
digitaltwins.py X
webDigitalTwins > digitaltwins.py > ...
1  import requests
2  from flask import Flask, render_template
3  import json
4
5  app = Flask(__name__)
6  azureToken = ''
7  azureUrl = ''
8
9
```

KeyError

Traceback (most recent call last)

```
PROBLÈMES  SORTIE  CONSOLE DE DÉBOGAGE  TERMINAL
```

Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

Testez le nouveau système multiplateforme PowerShell <https://aka.ms/pscore6>

```
PS C:\master-project-app\digital_twins_app> az account get-access-token --resource 0b07f429-9f4b-4714-9392-cc5e8e80c8b0
```

[illegible]

Dans ce cas, nous avons besoin de l'information « accessToken » pour la renseigner dans notre application Web. Il faut donc copier la valeur de la variable « accessToken » affichée dans l'invite de

commande et la renseigner dans la variable « azureToken » de notre application web (la mettre entre les guillemets). Ne pas oublier d'enregistrer les modifications.

« azureUrl » fait lui référence au Nom d'hôte de notre instance Microsoft Azure Digital Twin. Il faut donc reprendre l'URL du Nom d'hôte contenu dans notre instance de digital twin en ligne (ne pas oublier d'ajouter « https:// » avant) et ajouter à la suite de l'URL « /query?api-version=2020-10-31 ».

Donc dans notre cas, en se basant sur le Nom d'hôte de l'instance de Digital Twin créé précédemment, l'URL complète sera :

<https://exempleRessourceDigitalTwin.api.wcus.digitaltwins.azure.net/query?api-version=2020-10-31>

Une fois l'URL au complet, la renseigner dans la variable « azureUrl » de notre application web (la mettre entre les guillemets). Ne pas oublier d'enregistrer les modifications.

Une fois les deux variables « azureToken » et « azureUrl » complétées, nous pouvons lancer notre application web soit depuis l'invite de commande Windows ou WSL.

Dans le cas de l'invite de commande Windows, exécuter la commande « python .\digitaltwins.py » pour lancer l'application (bien s'assurer de se trouver dans le dossier « webDigitalTwins »).

Dans le cas de WSL, exécuter la commande « python3 digitaltwins.py » pour lancer l'application (bien s'assurer de se trouver dans le dossier « webDigitalTwins »).

Une fois l'application lancée soit depuis l'invite de commande Windows ou WSL, ouvrir une nouvelle page sur un navigateur et accéder à l'adresse suivante :

<http://127.0.0.1:5000/fournisseurMatPremiere>

Ainsi, nous avons accédé à notre application web contenant les informations de notre graphe de digital twin accessible depuis Microsoft Azure Digital Twin. L'application possède en tout cinq pages faisant référence à une entité spécifique dans une chaîne d'approvisionnement (ex : fabricant).

Comme dit précédemment, cette implémentation est le résultat de l'exemple de la chaîne d'approvisionnement pour la fabrication de pot de miel présenté dans le projet « Traçabilité et sûreté dans l'industrie alimentaire : une solution basée sur le Digital Twin ».

Hello user !
Date: Wed Jun 15 2022
Time: 19:25

Fournisseur matière première

Transporteur matière première

Fabricant

Transporteur produit

Distributeur produit

Rafraîchir les données

Informations fournisseur matière première

Matière première

Show 10 entries

Search:

Date et Heure (UTC+2)	Nom ingredient	Code produit	Temperature (°C)	Commentaire
2022-04-20T20:01:15	Miel	PN0001	10	

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous1Next