

## Université Abdelmalek Essaadi

### Ecole Nationale des Sciences Appliquées Al Hoceima



**Filière : TDIA2**

**Module : Internet des objets et Informatique en nuage**

**Rapport Mini-projet**

---

### **Stock Anomaly Detection with Azure**

---

**Réalisé par :**

- Siham al yassoul
- Fatima achbout

**Encadré par :**

- Pr. Hayat Routaib

**Année universitaire :**

**2025/2026**

# ÉTAPE 1 : Préparation des données de marché

## 1.2 Nettoyage des données (bonnes pratiques MLOps)

Action : Préparons le dataset pour l'ML

- Ouvrez Jupyter Notebook

<http://localhost:8888/notebooks/divition%20de%20dataset%20de%20projet%20.ipynb>

# ÉTAPE 2 : Configuration Azure Blob Storage

## 2.1 Crédit du Resource Group

Dans Azure Portal :

- Cliquez sur "☰ Menu" (haut gauche)
- Sélectionnez "Resource groups"
- Cliquez sur "+ Create"

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface. At the top, there is a navigation bar with the Microsoft Azure logo, a 'Mettre à niveau' button, a search bar, and various icons for Copilot, notifications, settings, and help. Below the navigation bar, the main content area is titled 'Services Azure'. On the left, there is a 'Créer une ressource' button highlighted with a red box. To its right are icons for 'Groupes de ressources', 'Abonnements', 'IoT Hub', 'Factures', 'Centre de démarrage...', 'Azure AI Fou...', 'Services Kubernetes', and 'Machines virtuelles'. Below this section, there is a 'Ressources' panel with tabs for 'Récent' (selected) and 'Favori'. It lists three resources: 'TDIA2IoTSiham' (IoT Hub), 'Azure subscription 1' (Abonnement), and 'TDIA2' (Groupe de ressources). Each resource entry includes its name, type, and a 'Dernier affichage' timestamp.

Nom	Type	Dernier affichage
TDIA2IoTSiham	IoT Hub	il y a une minute
Azure subscription 1	Abonnement	il y a 2 jours
TDIA2	Groupe de ressources	il y a 2 jours

# Créer une ressource

...



Prise en main

Créés récemment

## Catégories

Machine Learning

Applications et agents IA

Analytique

Blockchain

Serveurs d'infrastructure

Bases de données

Outils de développement

DevOps

Identité

Intégration

Internet des objets

Rechercher dans les services et la place de marché

Vous êtes un nouvel utilisateur ?

[Essayer notre Centre de démarrage rapide](#)

Services Azure populaires

[Afficher plus dans tous les services](#)



Virtual network

[Créer](#)



Compte de stockage

[Créer](#)



Machine virtuelle

[Créer](#)



Application de fonction

[Créer](#)



Groupe de ressources

[Créer](#)

Configuration :

- Subscription: Votre abonnement
- Resource group: `stock-anomaly-rg`
- Region: France Central ou West Europe
- Cliquez sur "Review + create"
- Puis "Create"

## 2.2 Crédit du Storage Account

Dans le Resource Group créé :

- Cliquez sur "+ Create"
- Recherchez "Storage account"

- Cliquez sur "Create"

Configuration :

- Subscription: Même abonnement
- Resource group: stock-anomaly-rg (sélectionnez dans la liste)
- Storage account name: stockanomalydata123 (doit être unique globalement)
- Region: Même région que le resource group
- Performance: Standard
- Redundancy: Locally-redundant storage (LRS)
- Cliquez sur "Review + create"
- Puis "Create"

Accueil > Créer une ressource >

## Créer un compte de stockage

Abonnement \*

Azure subscription 1

Groupe de ressources \*

(Nouveau) stock-anomaly-rg

Créer nouveau

---

Détails de l'instance

Nom du compte de stockage *	<input type="text" value="stockanomalydata2004"/>
Région *	<input type="text" value=" (US) East US"/>
	<a href="#">Déployer sur une zone étendue Azure</a>
Type de stockage préféré	<input type="text" value="Stockage Blob Azure ou Azure Data Lake Storage Gen 2"/>
<small>Elle nous permet d'offrir des conseils pertinents. Elle ne limite pas votre stockage à ce type de ressource.</small> <a href="#">Découvrir plus d'informations</a>	
Performance *	<input checked="" type="radio"/> <b>Standard:</b> Recommandé pour la plupart des scénarios (compte universel v2) <input type="radio"/> <b>Premium:</b> Recommandé pour les scénarios nécessitant une faible latence.
Redondance *	<input type="text" value="Stockage localement redondant (LRS)"/>

Accueil > Créer une ressource >

## Créer un compte de stockage

...

Informations de base Avancé Mise en réseau Protection des données Chiffrement Balises **Vérifier + créer**

[Voir le modèle d'automatisation](#)

### Informations de base

Abonnement	Azure subscription 1
Groupe de ressources	stock-anomaly-rg
Emplacement	East US
Nom du compte de stockage	stockanomalydata2004
Type de stockage préféré	Stockage Blob Azure ou Azure Data Lake Storage Gen 2
Performance	Standard
RéPLICATION	Stockage localement redondant (LRS)

### Avancé

Activer l'espace de noms hiérarchique	Désactivé
Activer le SFTP	Désactivé
Activer le système de fichiers réseau v3	Désactivé

Accueil >

 stockanomalydata2004\_1763460275641 | Vue d'ensemble ⚡ ...

Déploiement

Rechercher

Supprimer Annuler Redéployer Télécharger Actualiser

**Vue d'ensemble**

Entrées Sorties Modèle

**Votre déploiement a été effectué**

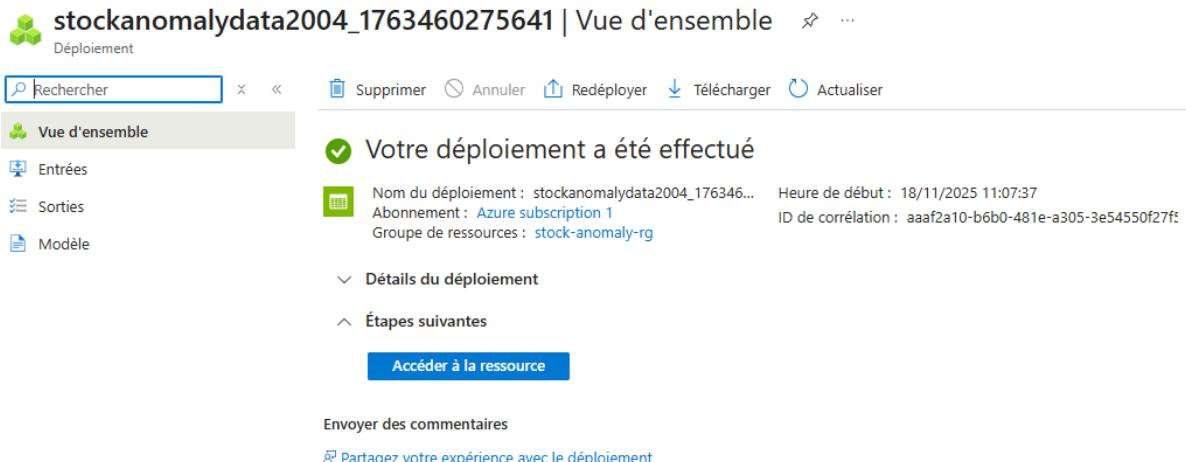
Nom du déploiement : stockanomalydata2004\_176346... Heure de début : 18/11/2025 11:07:37  
Abonnement : Azure subscription 1 ID de corrélation : aaaf2a10-b6b0-481e-a305-3e54550f27f:  
Groupe de ressources : stock-anomaly-rg

Détails du déploiement

Étapes suivantes

Accéder à la ressource

Envoyer des commentaires Partagez votre expérience avec le déploiement



## ÉTAPE 3 : Configuration du Blob Storage

### 3.1 Crédit de conteneur

Dans le Storage Account créé :

- Cliquez sur "Go to resource"
- Dans le menu gauche, cliquez sur "Containers" (sous "Data storage")
- Cliquez sur "+ Container"

Configuration :

- Name: stock-training-data
- Public access level: Private (bonne pratique sécurité)
- Cliquez sur "Create"

The screenshot shows the Azure Storage Explorer interface for the storage account 'stockanomalydata2004'. The left sidebar menu is visible, with 'Conteneurs' (Containers) highlighted and surrounded by a red box. The main area displays a table of containers. One container is listed:

Conteneur	Dernière modification	Niveau d'accès anonyme	État du bail
stock-training-data	11/11/2025 11:08:06	Privé	Disponible

## stockanomalydata2004 | Conteneurs

Compte de stockage

» Menu Service

[Ajouter un conteneur](#)

[Charger](#)

[Actualiser](#)

[Supprimer](#)

...

X

Rechercher les conteneurs par préfixe

Afficher uniquement les conteneurs actifs ▾

Affichage de tous les éléments 1

<input type="checkbox"/>	Nom	Dernière modification	Niveau d'accès anonyme	État du bail
<input type="checkbox"/>	<a href="#">\$logs</a>	18/11/2025 11:08:06	Privé	Disponible

## Nouveau conteneur

X

stock-training-data



Niveau d'accès anonyme ⓘ

Privé (aucun accès anonyme)



**i** Le niveau d'accès est défini sur privé, car l'accès anonyme est désactivé sur ce compte de stockage.

▲ Avancé

### Étendue de chiffrement

Sélectionner des étendues de compte existantes



Utiliser cette étendue de chiffrement pour tous les blobs dans le conteneur

Activer la prise en charge de l'immuabilité de niveau version ⓘ

**i** Pour activer la prise en charge de l'immuabilité au niveau de la version, le contrôle de version doit être activé sur votre compte de stockage.

Créer

Envoyer des commentaires

The screenshot shows the Azure Storage Explorer interface. At the top, there is a breadcrumb navigation: Accueil > stockanomalydata2004\_1763460275641. A red arrow points from the text "stockanomalydata2004" to a green checkmark icon and the message "Conteneur de stockage créé". Another red arrow points to the "stock-training-data" entry in the list below, which has a yellow folder icon next to it.

stockanomalydata2004

Le conteneur de stockage « stock-training-data » a été créé.

Ajouter un conteneur Charger Actualiser Supprimer ...

Rechercher les conteneurs par préfixe Afficher uniquement les conteneurs actifs

Nom	Dernière modification	Niveau d'accès anonyme	État du bail
\$logs	18/11/2025 11:08:06	Privé	Disponible
stock-training-data	18/11/2025 11:17:55	Privé	Disponible

## ÉTAPE 4 : Organisation MLOps du Storage

### 4.1 Structure des dossiers (bonne pratique)

Créez cette structure pour votre projet MLOps :

text

```
📁 stock-training-data/
    ├── 📁 raw/                  (données brutes)
    ├── 📁 processed/            (données nettoyées)
    |   └── stock_data_cleaned.csv
    ├── 📁 models/                (futurs modèles)
    └── 📁 logs/                 (logs d'entraînement)
```

Action : Créez ces dossiers :

- Cliquez sur "Add directory"
- Nom : raw → "Save"
- Répétez pour : processed, models, logs

Déplacez votre fichier :

- Cochez stock\_data\_cleaned.csv
- Cliquez sur "Move"
- Sélectionnez processed/
- Cliquez sur "Move"

stock-training-data ...  
Conteneur

» Menu Service

**+ Ajouter un répertoire** ⏪ Charger ⌂ Modifier le niveau d'accès ⌂ Actualiser ...

stock-training-data

Méthode d'authentification : Clé d'accès ([Basculer vers le compte d'utilisateur Microsoft Entra](#))

» Ajouter un filtre

🔍 Rechercher les objets blobs par préfixe (respect de la casse)

Afficher uniquement les objets blob actifs ▾

Affichage de tous les éléments 0

<input type="checkbox"/>	Nom	Dernière modification	Niveau d'accès	Type d'objet bl.
Aucun élément				

+ Ajouter un répertoire ⏪ Charger ⌂ Actualiser ...

stock-training-data > **processed**

Méthode d'authentification : Clé d'accès ([Basculer vers le compte d'utilisateur Microsoft Entra](#))

🔍 Rechercher les objets blobs par préfixe (respect de la casse)

Affichage de tous les éléments 1

<input type="checkbox"/>	Nom	Dernière modification	Niveau d'accès	Type d'objet bl...	Taille	État du bail	...
<input type="checkbox"/>	[-]						...
<input type="checkbox"/>	stock_data_cleaned_mlops.csv	18/11/2025 12:08:22	Chaud (déduit)	Objet blob de ...	113.14 KiB	Disponible	...

... > stockanomalydata2004 | Conteneurs >

 **stock-training-data** ...

Conteneur

>> Menu Service

## Ajouter un répertoire virtuel

Cette action va entraîner la création d'un répertoire virtuel. Le répertoire virtuel n'existe pas réellement dans Azure tant que vous n'avez pas collé ou chargé des objets blob dans celui-ci. Copiez l'objet blob avant de créer le répertoire pour pouvoir le coller dans celui-ci.

Nom

processed

Ok

Annuler

## Charger l'objet blob



1 fichier(s) sélectionné(s) : stock\_data\_cleaned\_mlops.csv

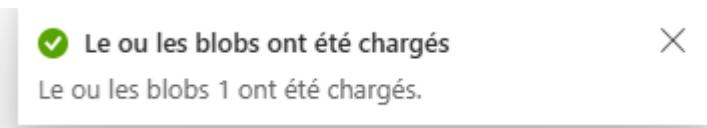
Glisser-déposer des fichiers ici ou [Recherchez des fichiers](#)

Remplacer si les fichiers existent déjà

▼ Avancé

**Charger**

 Envoyer des commentaires



Accueil > stockanomalydata2004 | Conteneurs >

A screenshot of the Azure Storage Explorer interface. The container "stock-training-data" is selected. The list shows four blobs: "logs", "models", "processed", and "raw".

<input type="checkbox"/>	Nom	Dernière modification	Niveau d'accès	Type d'objet bl.
<input type="checkbox"/>	logs			
<input type="checkbox"/>	models			
<input type="checkbox"/>	processed			
<input type="checkbox"/>	raw			

## L'ÉTAPE SUIVANTE : AZURE MACHINE LEARNING

### 👉 CRÉATION DU WORKSPACE AZURE ML

Dans Azure Portal :

1. Cliquez sur "☰ Menu" (haut gauche)
2. Recherchez "Machine Learning"
3. Cliquez sur "Machine Learning"
4. Cliquez sur "+ Créer"

# Tous les services | Tout

machine

Plus (2)

Azure Machine Learning

Machine virtuelles

Machines - Azure Arc

Azure Machine Learning

SQL Server sur Machines virtuelles Azure

Versions d'image de machine virtuelle

Définitions d'image de machine virtuelle

Définitions d'application de machine virtuelle

Versions de l'application de machine virtuelle

Ensembles de mise à l'échelle de machines virtuelles

Modèles d'image

Langue

<https://portal.azure.com/#blade/HubsExtension/BrowseResourceBlade/resourceType/Microsoft.MachineLearningServic...>

Tous les services >

## Azure Machine Learning

Répertoire par défaut (manalalya1402@gmail.onmicrosoft.com)



+ Create ▾



Recently deleted



Gérer l'affichage ▾



Aucun regroupement ▾

ⓘ Vous affichez une nouvelle version de l'expérience de navigation. Cliquez ici pour accéder à l'ancienne expérience.



Filtrer un champ...

Abonnement est égal à tout

Type est égal à tout

Groupe de ressources est égal à tout ×

Emplacement est égal à tout ×

+ Ajouter un filtre



### Aucun workspaces à afficher

Workspaces are where you manage all the models, assets, and data related to your machine learning projects.

Create one now to start using Azure Machine Learning.

Tous les services >

## Azure Machine Learning

Répertoire par défaut (manalalya1402@gmail.onmicrosoft.com)

The screenshot shows the Azure Machine Learning service dashboard. At the top, there are navigation links: '+ Create' (with dropdown), 'Recently deleted' (with trash bin icon), 'Gérer l'affichage' (with gear icon), 'Aucun regroupement' (with list icon). Below these are two main options: 'New workspace' (with flask icon) and 'New registry' (with flask icon). A red box highlights the 'New workspace' option. To the right of the workspace creation area, there is a message: 'Ancienne interface de navigation. Cliquez ici pour accéder à l'ancienne'. Below the workspace creation area, there is a search bar with placeholder 'Emplacement est égal à tout' and a 'Ajouter un filtre' button. In the center, there is a large, stylized grey 3D geometric logo. Below the logo, the text 'Aucun workspaces à afficher' is displayed. At the bottom of the workspace creation area, there is a message: 'Workspaces are where you manage all the models, assets, and data related to your machine learning projects. Create one now to start using Azure Machine Learning.'

## CONFIGURATION DU WORKSPACE

Onglet "Bases" :

- Abonnement : Même que le storage
- Groupe de ressources : stock-anomaly-rg (le même)
- Nom du workspace : stock-anomaly-ml-workspace
- Région : East US (même que storage)

# Machine Learning

Créer un espace de travail Machine Learning

Abonnement \* ⓘ

Azure subscription 1

Groupe de ressources \* ⓘ

stock-anomaly-rg

[Créer nouveau](#)

Détails de l'espace de travail

Configurez les paramètres de votre espace de travail de base, tels que sa connexion de stockage, son authentification, son conteneur, etc. [En savoir plus](#)

Nom \* ⓘ

stock-anomaly-ml-workspace

Région \* ⓘ

East US

Compte de stockage \* ⓘ

(nouveau) stockanomalyml4959646576

[Créer](#)

Coffre de clés \* ⓘ

(nouveau) stockanomalyml3115777356

[Créer](#)

Application Insights \* ⓘ

(nouveau) stockanomalyml2356377186

[Créer](#)

[Vérifier + créer](#)

< Précédent

Suivant : Inbound Access

Onglet "Réseau" :

- Connectivité réseau : Public (pour débuter)
- Connectivité sortante : Laissez par défaut

## Machine Learning

...

X

Créer un espace de travail Machine Learning

Informations de base

Inbound Access

Outbound Access

Chiffrement

...

L'accès au réseau public autorise l'accès à cette ressource via l'Internet en utilisant une adresse IP publique. Une application ou une ressource à laquelle on accorde l'accès avec les règles réseau suivantes nécessite toujours une autorisation appropriée pour accéder à cette ressource. [En savoir plus](#)

Public network access \*

Disabled

All networks

 Tous les réseaux, y compris Internet, peuvent accéder à cette ressource.

### Accès entrant à l'espace de travail

Nom	Abonnement	Groupe de ressources	Région	Sol
-----	------------	----------------------	--------	-----

Cliquez sur Ajouter pour créer un point de terminaison privé

◀ ▶

 Ajouter

Vérifier + créer

< Précédent

Suivant : Outbound Access

# Machine Learning

Créer un espace de travail Machine Learning

Informations de base

Inbound Access

**Outbound Access**

Chiffrement

## Isolement réseau

Choisir le type d'isolation réseau dont vous avez besoin pour votre espace de travail, du mode pas isolé à réseau virtuel entièrement distinct géré par Azure Machine Learning.

[En savoir plus sur isolation de réseau gérée](#)

### Public

- Le calcul peut accéder aux ressources publiques
- Le déplacement des données sortantes n'est pas restreint

### Allow Internet Outbound

- Le calcul peut accéder aux ressources privées.
- Le déplacement des données sortantes n'est pas restreint

### Allow Only Approved Outbound

- Le calcul peut accéder aux ressources autorisées uniquement
- Le déplacement des données sortantes est limité aux cibles approuvées

**Vérifier + créer**

< Précédent

Suivant : Chiffrement

Onglet "Chiffrement" :

- Laissez les valeurs par défaut

# Machine Learning

X

Créer un espace de travail Machine Learning

Validation réussie

Outbound Access

Chiffrement

Identité

Étiquettes

Vérifier + créer

...

Abonnement Azure subscription 1

Groupe de ressources stock-anomaly-rg

Région East US

Nom stock-anomaly-ml-workspace

Compte de stockage (nouveau) stockanomalyml4959646576

Coffre de clés (nouveau) stockanomalyml3115777356

Application Insights (nouveau) stockanomalyml2356377186

Registre de conteneurs Aucun

Méthode de connectivité Activez l'accès public à partir de tous les réseaux

Isolement réseau Public

**Créer**

< Précédent

Suivant >

Télécharger un modèle pour automation

# Machine Learning

...

Créer un espace de travail Machine Learning

 Validation réussie

Coffre de clés (nouveau) stockanomalyml3115777356

Application Insights (nouveau) stockanomalyml2356377186

Registre de conteneurs Aucun

Méthode de connectivité Activez l'accès public à partir de tous les réseaux

Isolement réseau Public

Type de chiffrement Clés gérées par Microsoft

Type d'identité Affecté par le système

Activer l'indicateur HBI Désactivé

Type d'accès au compte de stockage Basé sur les informations d'identification

Accès de clé partagée Activé

**Créer**

< Précédent

Suivant >

Télécharger un modèle pour automation

Tous les services >

 Microsoft.MachineLearningServices | Vue d'en... ⋮ ×

Déploiement

» Menu Service

 Supprimer  Annuler  Redéployer  Télécharger  Actualiser

## ✓ Votre déploiement a été effectué

 Nom du déploiement : Microsoft.MachineLearningServices  
Abonnement : Azure subscription 1  
Groupe de ressources : stock-anomaly-rg  
Heure de début : 18/11/2025 13:24:17  
ID de corrélation : c41a0652-e0d6-417b-bdfa-c4d364718aff

» Détails du déploiement

▼ Étapes suivantes

[Accéder à la ressource](#)

### État du projet :

-  **Étape 1 : Collecte, nettoyage et importation des données dans Azure Blob Storage (complété)**
-  **Étape 2 : Création du Storage Account et structure MLOps (complété)**
-  **Étape 3 : Création de l'espace de travail Azure Machine Learning (complété)**

### Prochaines étapes :

4. Configurer le Datastore et le Dataset dans Azure ML
5. Développer le modèle de détection d'anomalies (Isolation Forest) dans un notebook Azure ML
6. Entraîner le modèle et suivre les expériences
7. Incrire le modèle dans le registre
8. Déployer le modèle en tant que service web
9. Mettre en place un pipeline MLOps (optionnel pour l'automatisation)
10. Configurer le monitoring (data drift, etc.)
11. Créer une application pour tester le service

