



Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) pour MLOps

NetApp Solutions

NetApp
December 19, 2024

Sommaire

- Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) pour MLOps 1
- Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) pour MLOps 1
- 1re partie : intégration d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) en tant que compartiment S3
 privé dans AWS SageMaker 1
- 2e partie - exploitation d'AWS Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) en tant que source de
 données pour l'entraînement des modèles dans SageMaker 15
- Partie 3 - construire Un pipeline MLO simplifié (ci/CT/CD) 24

Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) pour MLOps

Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) pour MLOps

Cette section examine l'application pratique du développement d'infrastructures d'IA et fournit une description de bout en bout de la construction d'un pipeline MLOps à l'aide de FSX ONTAP. Il comprend trois exemples complets et vous guide pour répondre à vos besoins MLOps via cette puissante plateforme de gestion des données.

Auteur(s):

Jian Jian (Ken), scientifique senior en données et applications, NetApp

Ces articles portent sur :

1. ["1re partie : intégration d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP \(FSX ONTAP\) en tant que compartiment S3 privé dans AWS SageMaker"](#)
2. ["Partie 2 - exploitation d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP \(FSX ONTAP\) en tant que source de données pour l'entraînement des modèles dans SageMaker"](#)
3. ["Partie 3 - construire Un pipeline MLO simplifié \(ci/CT/CD\)"](#)

À la fin de cette section, vous aurez acquis une solide compréhension de l'utilisation de FSX ONTAP pour rationaliser les processus MLOps.

1re partie : intégration d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) en tant que compartiment S3 privé dans AWS SageMaker

Cette section fournit un guide sur la configuration de FSX ONTAP en tant que compartiment S3 privé à l'aide d'AWS SageMaker.

Auteur(s):

Jian Jian (Ken), scientifique senior en données et applications, NetApp

Introduction

Utilisation de SageMaker à titre d'exemple, cette page fournit des conseils sur la configuration de FSX ONTAP en tant que compartiment S3 privé.

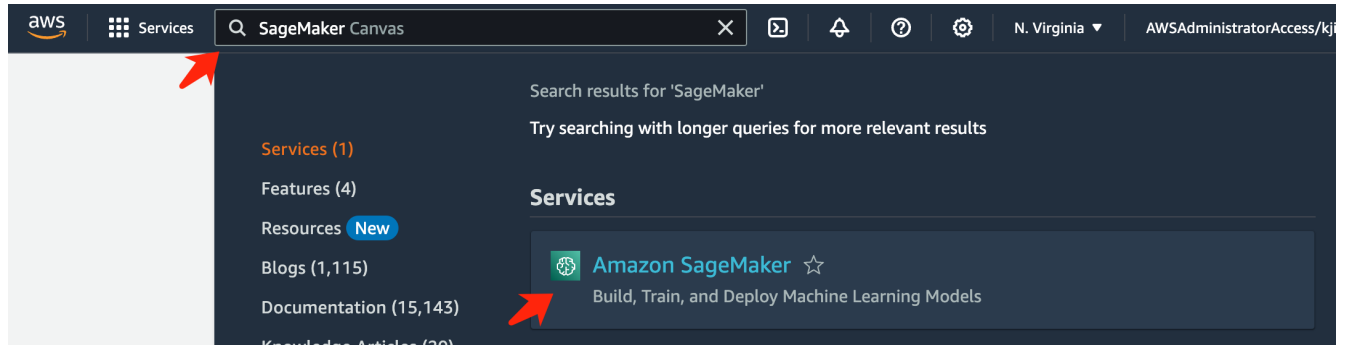
Pour plus d'informations sur FSX ONTAP, consultez cette présentation ("[Lien vidéo](#)")

Guide de l'utilisateur

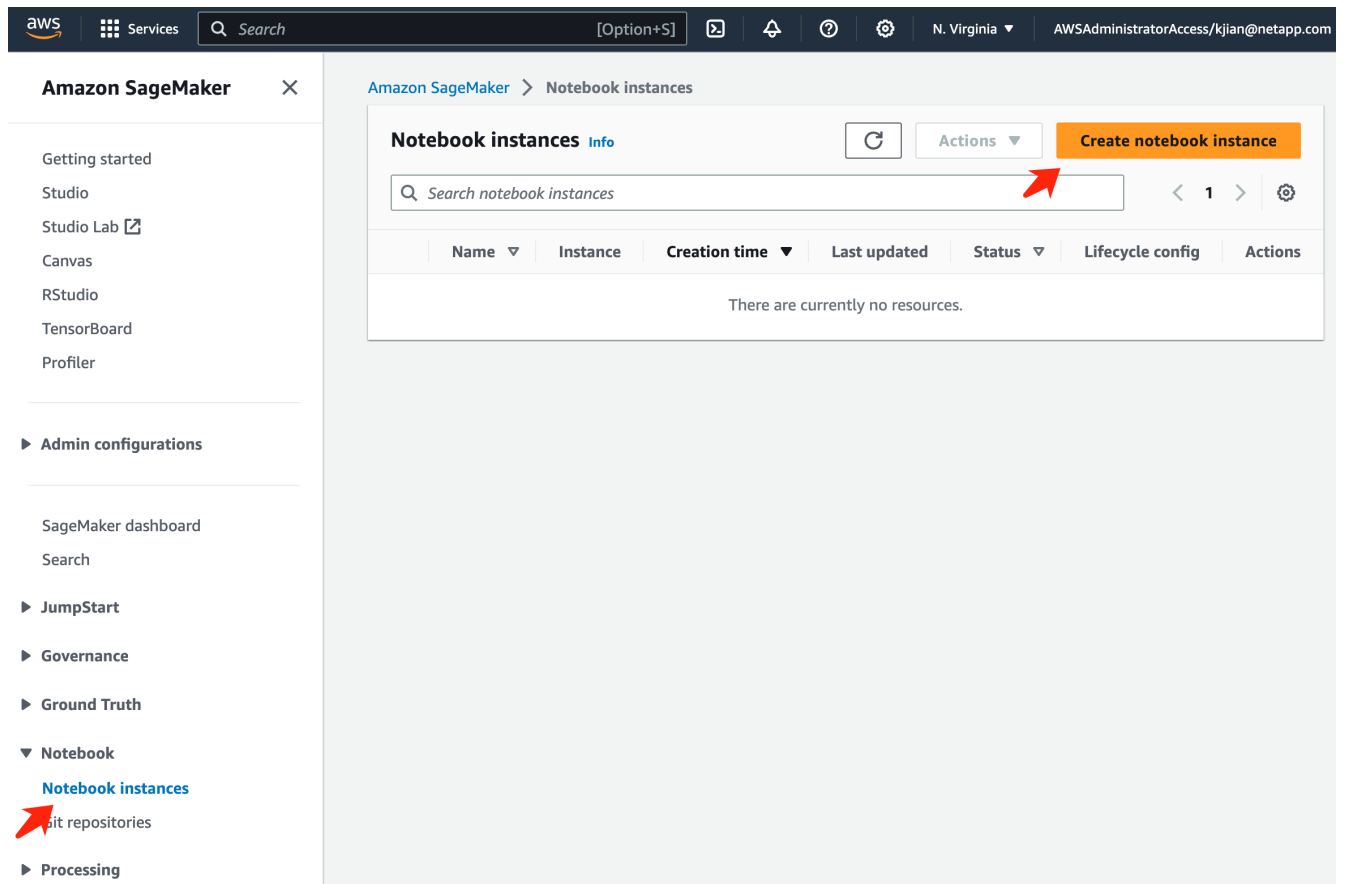
Création du serveur

Créez une instance de bloc-notes SageMaker

1. Ouvrez la console AWS. Dans le panneau de recherche, recherchez SageMaker et cliquez sur le service **Amazon SageMaker**.



2. Ouvrez **Notebook instances** sous l'onglet Notebook, cliquez sur le bouton orange **Créer une instance de bloc-notes**.



3. Dans la page de création, entrez le nom de l'instance **Notebook** développez le panneau **Network** et conservez les autres entrées par défaut et sélectionnez un groupe **VPC**, **Subnet** et **Security Group(s)**. (Ce **VPC** et **Subnet** seront utilisés ultérieurement pour créer le système de fichiers FSX ONTAP) cliquez sur le bouton orange **Créer une instance de bloc-notes** en bas à droite.

Amazon SageMaker > Notebook instances > Create notebook instance

Create notebook instance

Amazon SageMaker provides pre-built fully managed notebook instances that run Jupyter notebooks. The notebook instances include example code for common model training and hosting exercises. [Learn more](#)

Notebook instance settings

Notebook instance name
fsxn-demo
Maximum of 63 alphanumeric characters. Can include hyphens (-), but not spaces. Must be unique within your account in an AWS Region.

Notebook instance type
ml.t3.medium

Elastic Inference [Learn more](#)
none

Platform identifier [Learn more](#)
Amazon Linux 2, Jupyter Lab 3

▶ Additional configuration

Permissions and encryption

IAM role
Notebook instances require permissions to call other services including SageMaker and S3. Choose a role or let us create a role with the [AmazonSageMakerFullAccess](#) IAM policy attached.
AmazonSageMakerServiceCatalogProductsUseRole

Create role using the role creation wizard

Root access - optional
 Enable - Give users root access to the notebook
 Disable - Don't give users root access to the notebook
Lifecycle configurations always have root access

Encryption key - optional
Encrypt your notebook data. Choose an existing KMS key or enter a key's ARN.
 No Custom Encryption

Network - optional

VPC - optional
Default vpc-0df3956ab1fca2ec9 (172.31.0.0/16)

Subnet
Choose a subnet in an availability zone supported by Amazon SageMaker.
 subnet-00660df0d0f562672 (172.31.16.0/20) | us-east-1a

Security group(s)
sg-0a39b3985770e9256 (default) X

Direct internet access
 Enable — Access the internet directly through Amazon SageMaker
 Disable — Access the internet through a VPC
To train or host models from a notebook, you need internet access. To enable internet access, make sure that your VPC has a NAT gateway and your security group allows outbound connections. [Learn more](#)

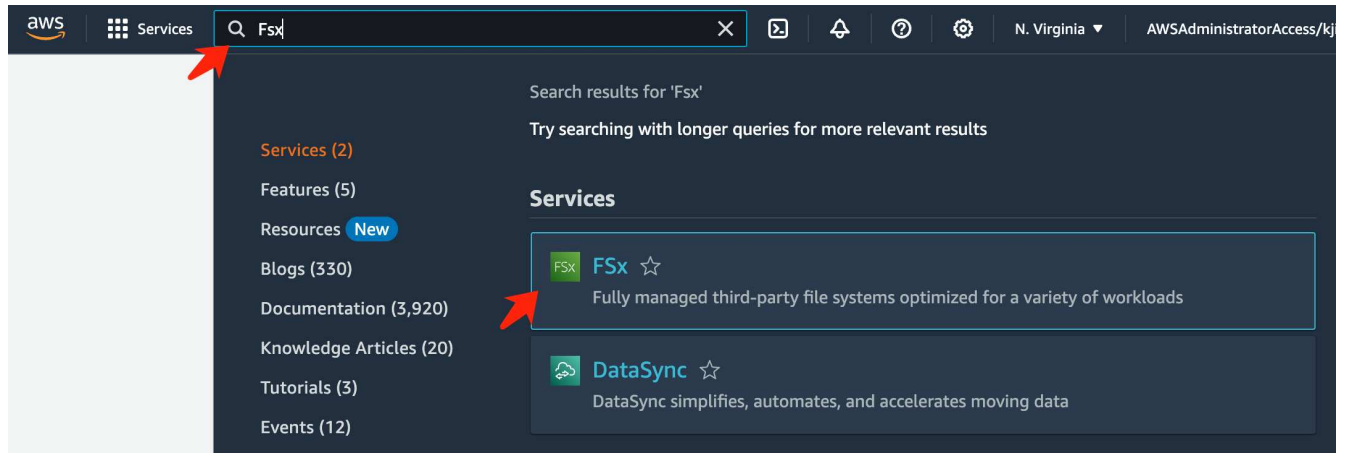
▶ Git repositories - optional

▶ Tags - optional

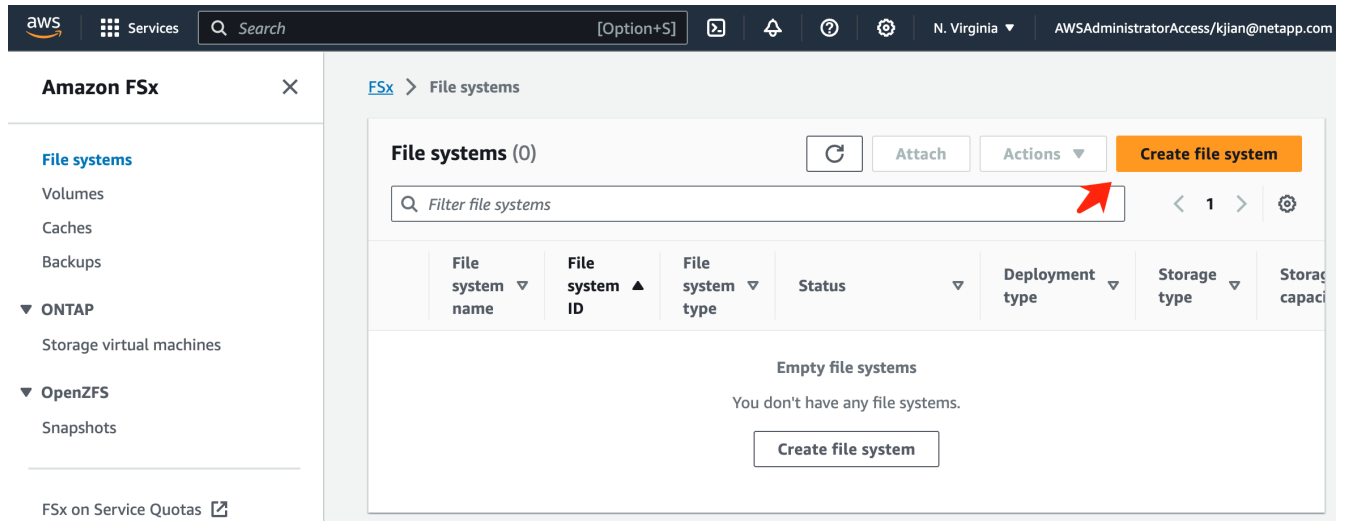
Cancel Create notebook instance

Créez un système de fichiers FSX ONTAP

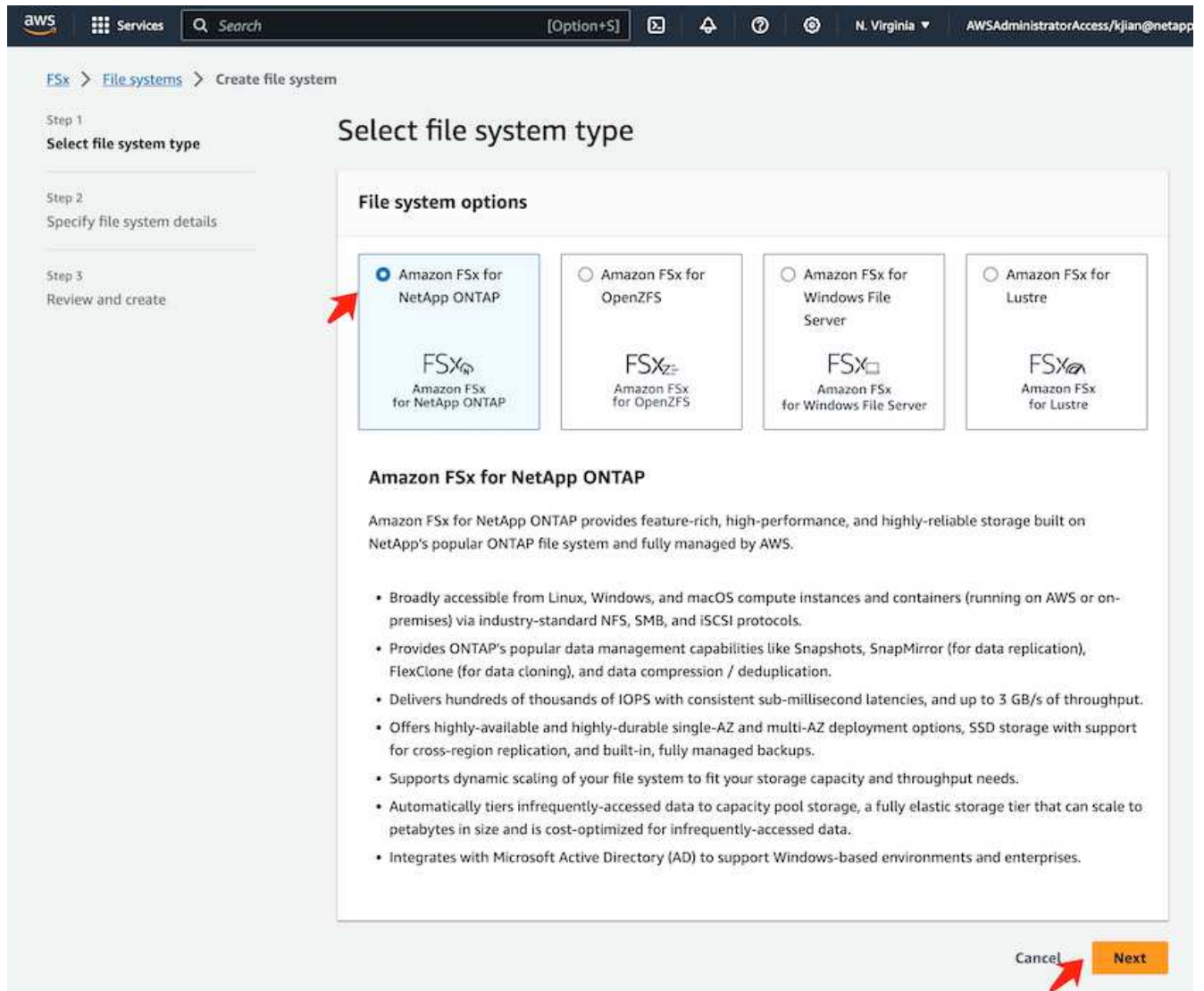
1. Ouvrez la console AWS. Dans le panneau de recherche, recherchez FSX et cliquez sur le service **FSX**.



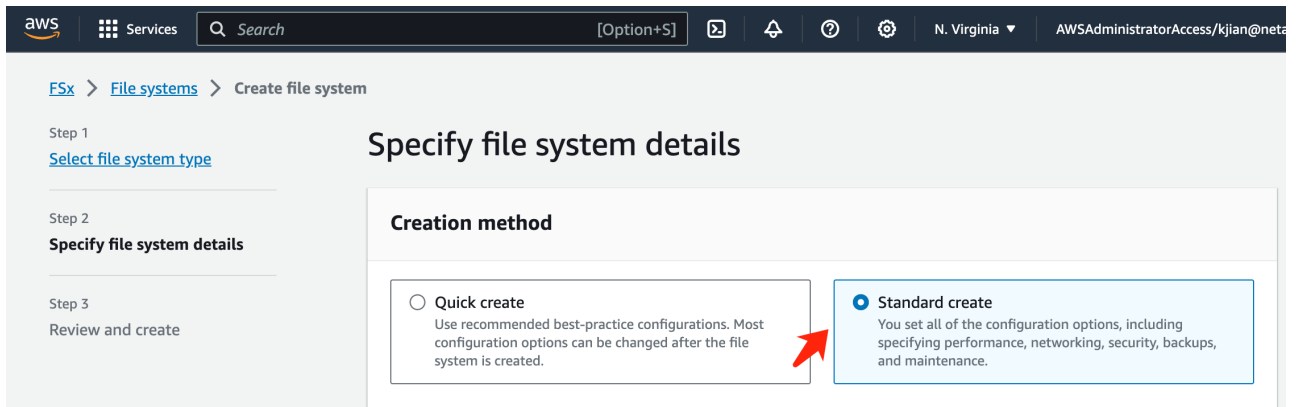
2. Cliquez sur **Créer un système de fichiers**.



3. Sélectionnez la première carte **FSX ONTAP** et cliquez sur **Suivant**.



4. Dans la page de configuration détaillée.
- Sélectionnez l'option **création standard**.



- Entrez le **Nom du système de fichiers** et la **capacité de stockage SSD**.

File system details

File system name - optional [Info](#)

fsxn-demo

Maximum of 256 Unicode letters, whitespace, and numbers, plus + - = . _ : /

Deployment type [Info](#)

- Multi-AZ
- Single-AZ

SSD storage capacity [Info](#)

1024 GiB

Minimum 1024 GiB; Maximum 192 TiB.

Provisioned SSD IOPS

Amazon FSx provides 3 IOPS per GiB of storage capacity. You can also provision additional SSD IOPS as needed.

- Automatic (3 IOPS per GiB of SSD storage)
- User-provisioned

Throughput capacity [Info](#)

The sustained speed at which the file server hosting your file system can serve data. The file server can also burst to higher speeds for periods of time.

- Recommended throughput capacity
128 MB/s
- Specify throughput capacity

c. Assurez-vous d'utiliser le **VPC** et le **subnet** de la même manière que l'instance **SageMaker Notebook**.

Network & security

Virtual Private Cloud (VPC) [Info](#)

Specify the VPC from which your file system is accessible.

vpc-0df3956ab1fca2ec9 (CIDR: 172.31.0.0/16) ▼

VPC Security Groups [Info](#)

Specify VPC Security Groups to associate with your file system's network interfaces.

Choose VPC security group(s) ▼

sg-0a39b3985770e9256 (default) ✕

Preferred subnet [Info](#)

Specify the preferred subnet for your file system.

subnet-00060df0d0f562672 (us-east-1a | use1-az4) ▼

Standby subnet

subnet-02b029f24d03a4af2 (us-east-1b | use1-az6) ▼

VPC route tables [Info](#)

Specify the VPC route tables to associate with your file system.

- VPC's main route table
- Select one or more VPC route tables

Endpoint IP address range [Info](#)

Specify the IP address range in which the endpoints to access your file system will be created

- Unallocated IP address range from your VPC
Simplest option for access from other AWS services or peered / on-premises networks
- Floating IP address range outside your VPC
- Enter an IP address range

- d. Entrer le nom **Storage Virtual machine** et **spécifier un mot de passe** pour votre SVM (Storage Virtual machine).

Default storage virtual machine configuration

Storage virtual machine name [Info](#)

fsxn-svm-demo

SVM administrative password
Password for this SVM's "vsadmin" user, which you can use to access the ONTAP CLI or REST API. You can provide a password later if you don't provide one now.

Don't specify a password

Specify a password

Password

.....

Confirm password

.....

Volume security style
The security style of the volume determines whether preference is given to NTFS or UNIX ACLs for multi-protocol access. The MIXED mode is not required for multi-protocol access and is only recommended for advanced users.

Unix (Linux) ▼

Active Directory
Joining an Active Directory enables access from Windows and MacOS clients over the SMB protocol.

Do not join an Active Directory

Join an Active Directory

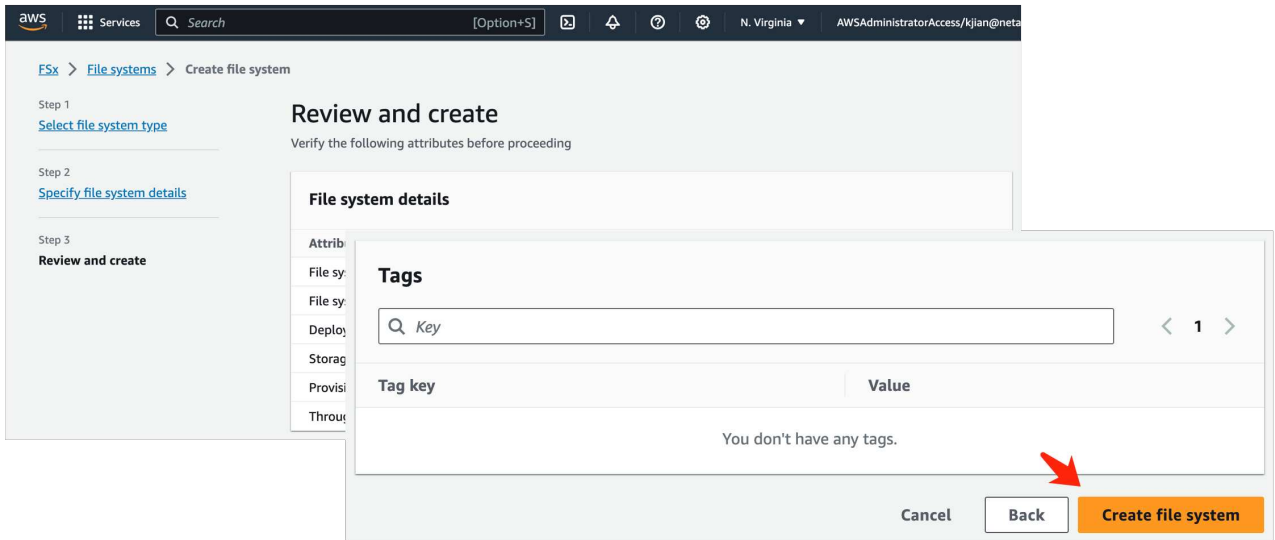
e. Laissez les autres entrées par défaut et cliquez sur le bouton orange **Suivant** en bas à droite.

► **Backup and maintenance - optional**

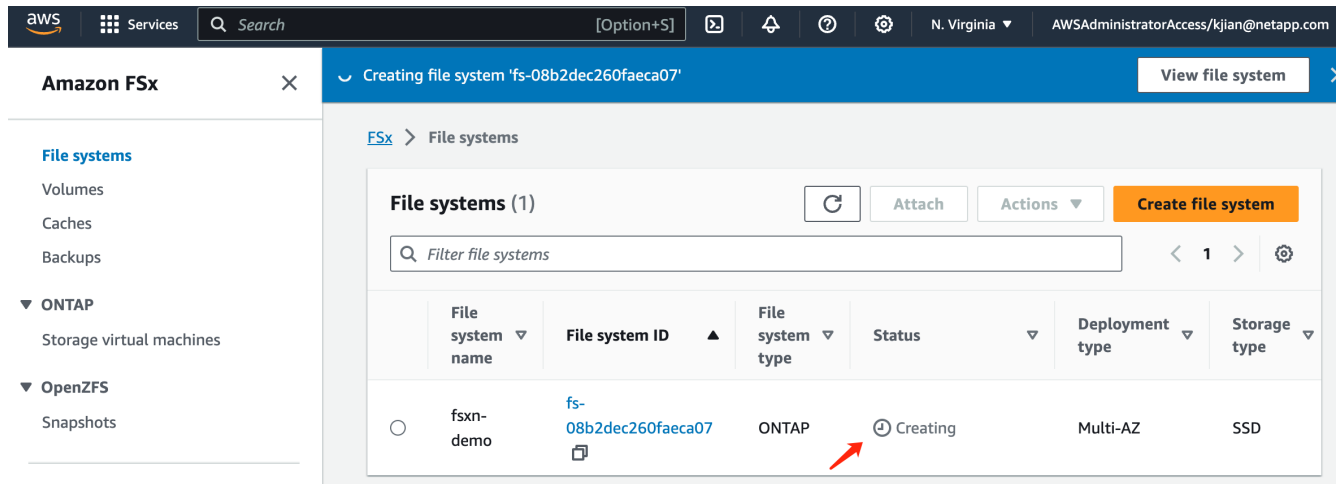
► **Tags - optional**

Cancel **Back** **Next**

f. Cliquez sur le bouton orange **Créer un système de fichiers** en bas à droite de la page de revue.



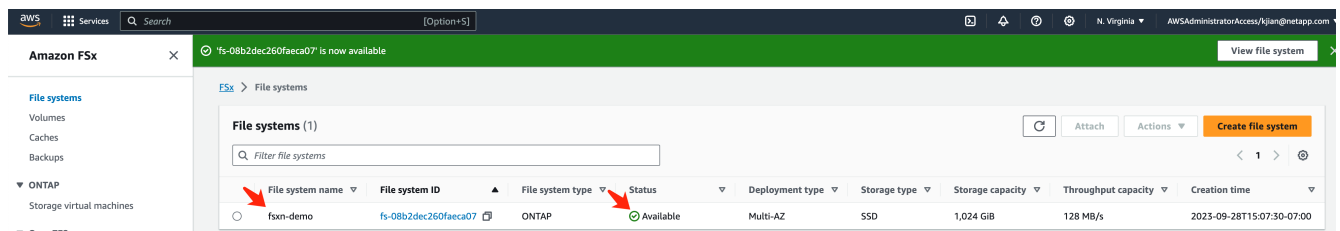
5. Le démarrage du système de fichiers FSX peut prendre environ **20-40 minutes**.



Configuration du serveur

Configuration ONTAP

1. Ouvrez le système de fichiers FSX créé. Veuillez vous assurer que l'état est **disponible**.



2. Sélectionnez l'onglet **Administration** et conservez le **noeud final de gestion - adresse IP** et le **nom d'utilisateur de l'administrateur ONTAP**.

Amazon FSx × [FSx](#) > [File systems](#) > fs-08b2dec260faeca07

fsxn-demo (fs-08b2dec260faeca07) Attach Actions

▼ Summary

File system ID fs-08b2dec260faeca07	SSD storage capacity 1024 GiB Update	Availability Zones us-east-1a (Preferred) ☰ us-east-1b (Standby) ☰
Lifecycle state Creating	Throughput capacity 128 MB/s Update	Creation time 2023-09-28T14:50:07:00
File system type ONTAP	Provisioned IOPS 3072 Update	
Deployment type Multi-AZ		

ONTAP administration

Management endpoint - DNS name management.fs-08b2dec260faeca07.fsx.us-east-1.amazonaws.com	Management endpoint - IP address 172.31.255.250 ☰	ONTAP administrator username fsxadmin ☰
Inter-cluster endpoint - DNS name intercluster.fs-08b2dec260faeca07.fsx.us-east-1.amazonaws.com	Inter-cluster endpoint - IP address 172.31.31.157 ☰	ONTAP administrator password Update

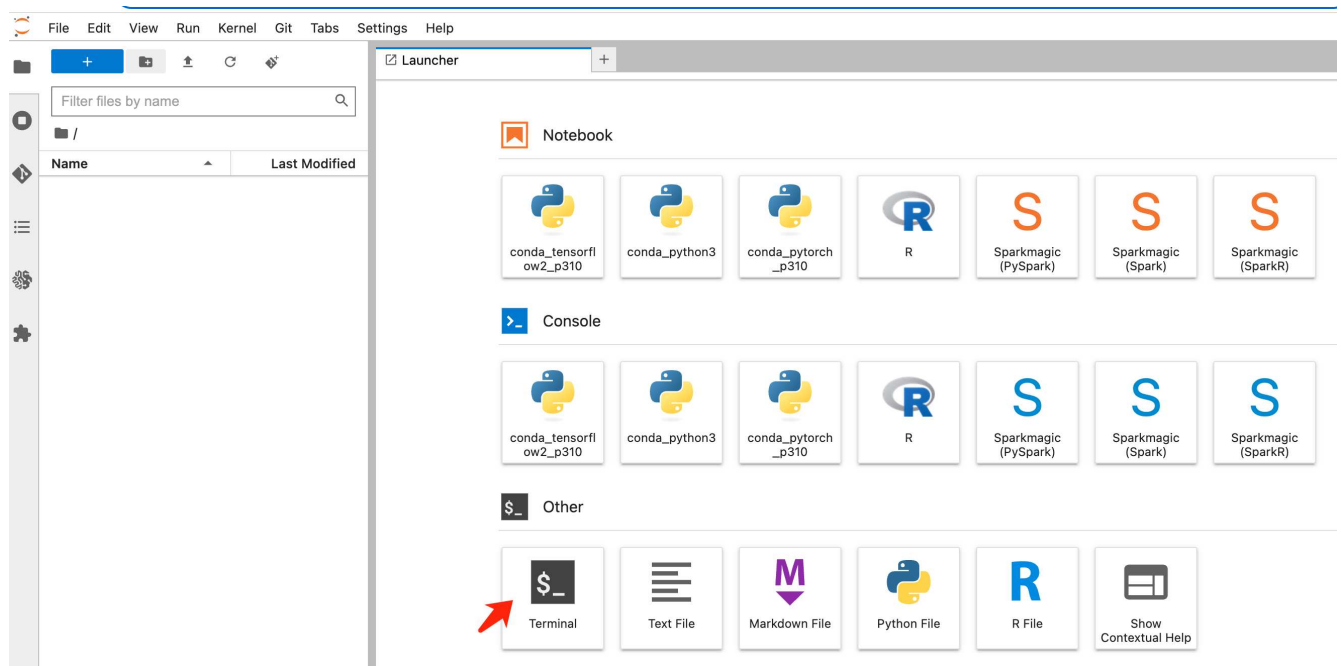
3. Ouvrez l'instance **SageMaker Notebook** créée et cliquez sur **Ouvrir JupyterLab**.

Amazon SageMaker × [Amazon SageMaker](#) > Notebook instances

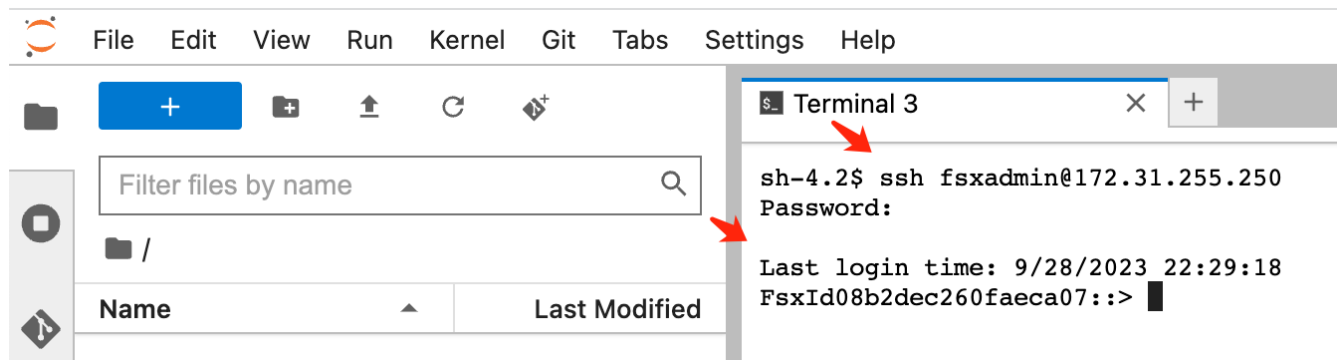
Notebook instances Info Refresh Actions Create notebook instance

Name	Instance	Creation time	Last updated	Status	Lifecycle config	Actions
○ fsxn-demo	ml.t3.medium	9/28/2023, 1:47:27 PM	9/28/2023, 1:50:28 PM	InService		Open Jupyter Open JupyterLab

4. Dans la page Jupyter Lab, ouvrez un nouveau **terminal**.



- Entrez la commande `ssh <nom d'utilisateur admin>@<adresse IP du serveur ONTAP>` pour vous connecter au système de fichiers FSX ONTAP. (Le nom d'utilisateur et l'adresse IP sont extraits de l'étape 2) Veuillez utiliser le mot de passe utilisé lors de la création de la **machine virtuelle de stockage**.



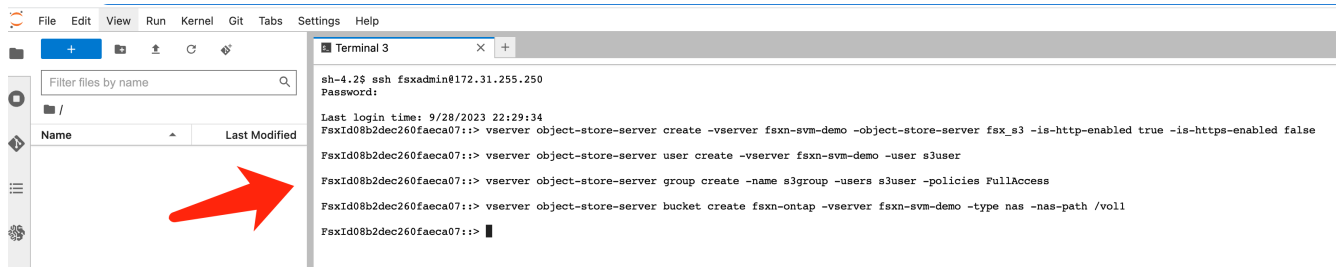
- Exécutez les commandes dans l'ordre suivant. Nous utilisons **fsxn-ONTAP** comme nom du compartiment privé **FSX ONTAP S3**. Veuillez utiliser le **nom de la machine virtuelle de stockage** pour l'argument **-vserver**.

```
vserver object-store-server create -vserver fsxn-svm-demo -object-store
-server fsx_s3 -is-http-enabled true -is-https-enabled false
```

```
vserver object-store-server user create -vserver fsxn-svm-demo -user
s3user
```

```
vserver object-store-server group create -name s3group -users s3user
-policies FullAccess
```

```
vserver object-store-server bucket create fsxn-ontap -vserver fsxn-svm-
demo -type nas -nas-path /vol1
```



7. Exécutez les commandes ci-dessous pour récupérer l'adresse IP du terminal et les informations d'identification du serveur privé FSX ONTAP S3.

```

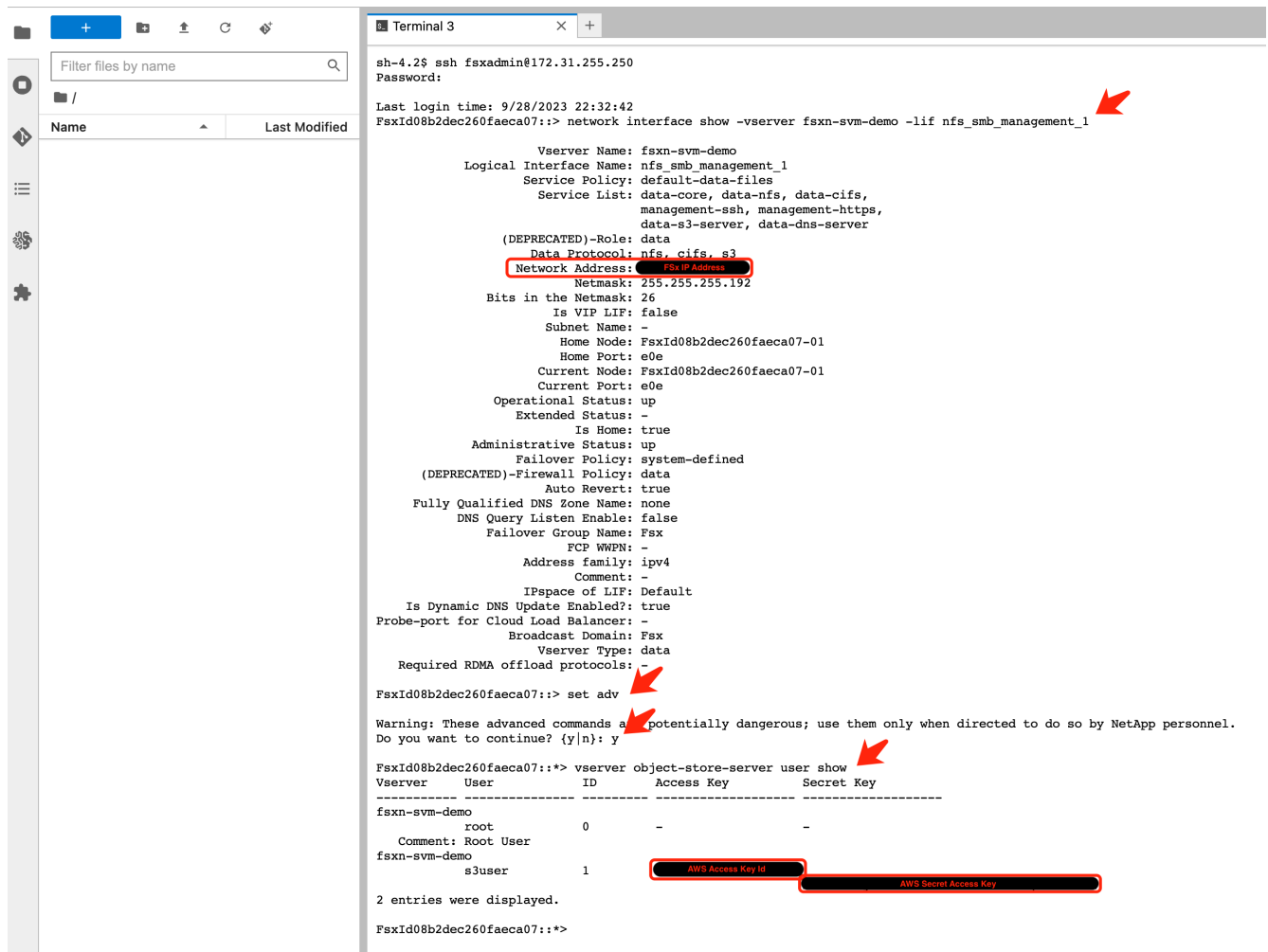
network interface show -vserver fsxn-svm-demo -lif nfs_smb_management_1

set adv

vserver object-store-server user show

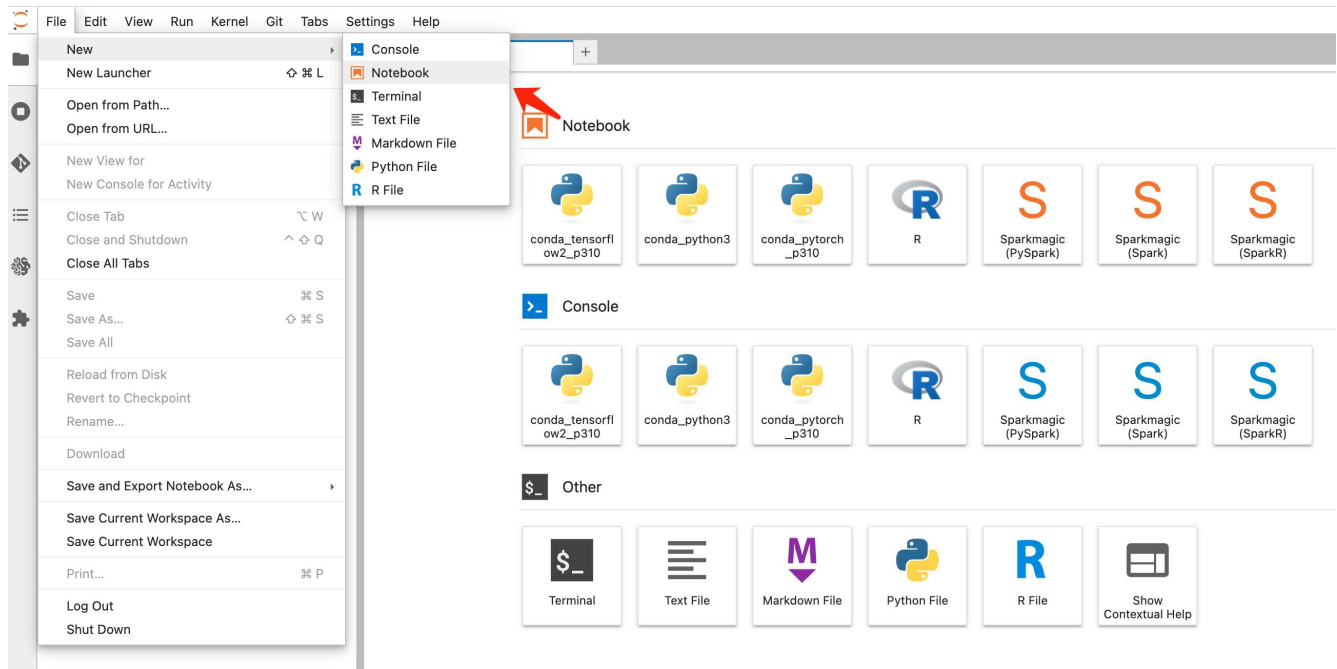
```

8. Conservez l'adresse IP et les informations d'identification du point de terminaison pour une utilisation ultérieure.



Configuration du client

1. Dans l'instance de SageMaker Notebook, créez un nouveau bloc-notes Jupyter.



2. Le code ci-dessous constitue une solution adaptée pour télécharger des fichiers vers un compartiment S3 privé FSX ONTAP. Pour obtenir un exemple de code complet, reportez-vous à cet ordinateur portable.
["fsxn_demo.ipynb"](#)

```
# Setup configurations
# ----- Manual configurations -----
seed: int = 77 # Random
seed
bucket_name: str = 'fsxn-ontap' # The bucket
name in ONTAP
aws_access_key_id = '<Your ONTAP bucket key id>' # Please get
this credential from ONTAP
aws_secret_access_key = '<Your ONTAP bucket access key>' # Please get
this credential from ONTAP
fsx_endpoint_ip: str = '<Your FSx ONTAP IP address>' # Please get
this IP address from FSx ONTAP
# ----- Manual configurations -----

# Workaround
## Permission patch
!mkdir -p voll
!sudo mount -t nfs $fsx_endpoint_ip:/voll /home/ec2-user/SageMaker/voll
!sudo chmod 777 /home/ec2-user/SageMaker/voll

## Authentication for FSx ONTAP as a Private S3 Bucket
!aws configure set aws_access_key_id $aws_access_key_id
```

```

!aws configure set aws_secret_access_key $aws_secret_access_key

## Upload file to the FSx ONTAP Private S3 Bucket
%%capture
local_file_path: str = <Your local file path>

!aws s3 cp --endpoint-url http://$fsx_endpoint_ip /home/ec2-user
/SageMaker/$local_file_path s3://$bucket_name/$local_file_path

# Read data from FSx ONTAP Private S3 bucket
## Initialize a s3 resource client
import boto3

# Get session info
region_name = boto3.session.Session().region_name

# Initialize Fsx S3 bucket object
# --- Start integrating SageMaker with FSXN ---
# This is the only code change we need to incorporate SageMaker with
FSXN
s3_client: boto3.client = boto3.resource(
    's3',
    region_name=region_name,
    aws_access_key_id=aws_access_key_id,
    aws_secret_access_key=aws_secret_access_key,
    use_ssl=False,
    endpoint_url=f'http://{fsx_endpoint_ip}',
    config=boto3.session.Config(
        signature_version='s3v4',
        s3={'addressing_style': 'path'}
    )
)
# --- End integrating SageMaker with FSXN ---

## Read file byte content
bucket = s3_client.Bucket(bucket_name)

binary_data = bucket.Object(data.filename).get()['Body']

```

Ceci conclut l'intégration entre FSX ONTAP et l'instance SageMaker.

Liste de contrôle de débogage utile

- Vérifiez que l'instance de l'ordinateur portable SageMaker et le système de fichiers FSX ONTAP sont dans le même VPC.
- N'oubliez pas d'exécuter la commande **set dev** sur ONTAP pour définir le niveau de privilège sur **dev**.

FAQ (au 27 septembre 2023)

Q: Pourquoi reçois-je l'erreur "**une erreur s'est produite (NotImplemented) lors de l'appel de l'opération CreateMultipartUpload : la commande s3 demandée n'est pas implémentée**" lors du téléchargement de fichiers vers FSX ONTAP ?

R : en tant que compartiment S3 privé, FSX ONTAP prend en charge le téléchargement de fichiers jusqu'à 100 Mo. Lors de l'utilisation du protocole S3, les fichiers de plus de 100 Mo sont divisés en blocs de 100 Mo et la fonction 'CreateMultipartUpload' est appelée. Toutefois, la mise en œuvre actuelle de FSX ONTAP S3 privé ne prend pas en charge cette fonction.

Q: Pourquoi reçois-je l'erreur "**une erreur s'est produite (AccessDenied) lors de l'appel des opérations PutObject: Access denied**" lors du téléchargement de fichiers vers FSX ONTAP?

R : pour accéder au compartiment S3 privé FSX ONTAP à partir d'une instance d'ordinateur portable SageMaker, basculez les informations d'identification AWS vers les informations d'identification FSX ONTAP. Cependant, l'octroi d'une autorisation d'écriture à l'instance nécessite une solution de contournement qui implique le montage du compartiment et l'exécution de la commande shell 'chmod' pour modifier les autorisations.

Q : Comment puis-je intégrer le compartiment S3 privé FSX ONTAP avec d'autres services de ML SageMaker ?

R: Malheureusement, le SDK des services SageMaker ne permet pas de spécifier le noeud final pour le compartiment S3 privé. Par conséquent, FSX ONTAP S3 n'est pas compatible avec les services SageMaker tels que SageMaker Data Wrangler, Sagemaker Clarify, Sagemaker Glue, Sagemaker Athena, Sagemaker AutoML et autres.

2e partie - exploitation d'AWS Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) en tant que source de données pour l'entraînement des modèles dans SageMaker

Cet article est un tutoriel sur l'utilisation d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) pour la formation des modèles PyTorch dans SageMaker, spécialement pour un projet de classification de la qualité des pneus.

Auteur(s):

Jian Jian (Ken), scientifique senior en données et applications, NetApp

Introduction

Ce didacticiel présente un exemple pratique de projet de classification de la vision par ordinateur. Il fournit une expérience pratique de la création de modèles de ML utilisant FSX ONTAP comme source de données dans l'environnement SageMaker. Le projet se concentre sur l'utilisation de PyTorch, un framework de deep learning, pour classer la qualité des pneus en fonction des images. Il insiste sur le développement des modèles de machine learning utilisant FSX ONTAP comme source de données dans Amazon SageMaker.

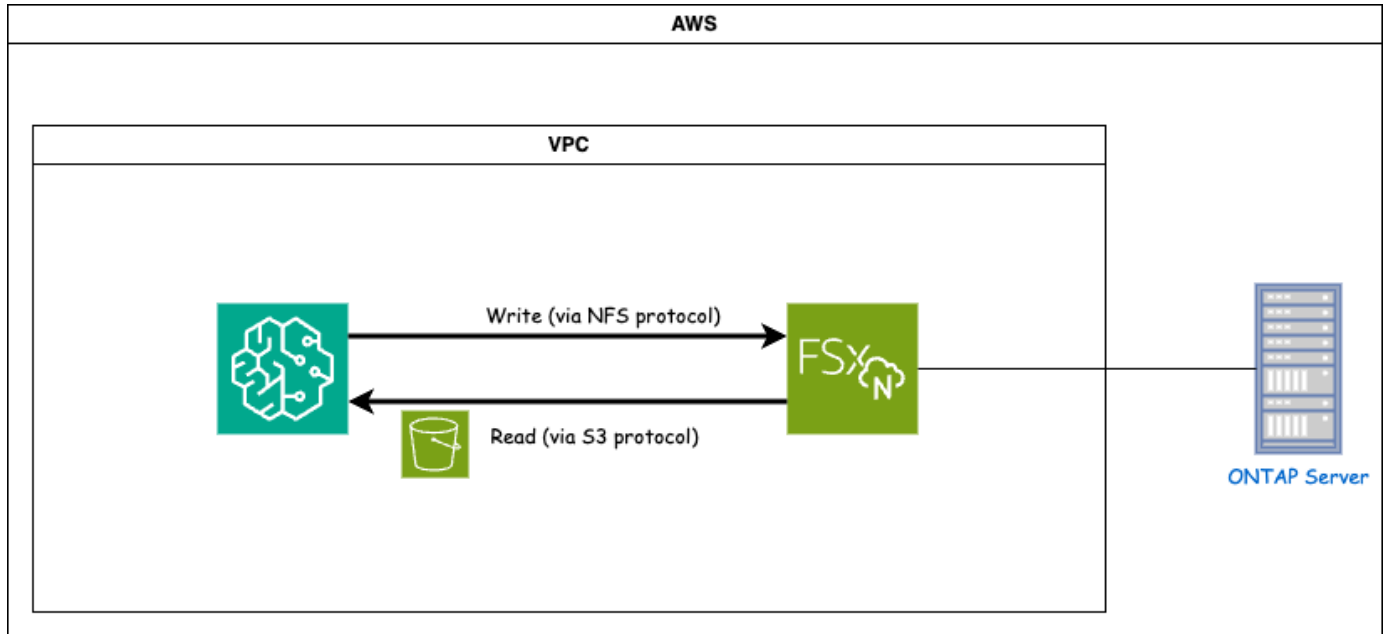
Qu'est-ce que FSX ONTAP

Amazon FSX ONTAP est une solution de stockage entièrement gérée proposée par AWS. Il exploite le système de fichiers ONTAP de NetApp pour fournir un stockage fiable et haute performance. Grâce à la prise en charge de protocoles comme NFS, SMB et iSCSI, il permet un accès transparent à partir de plusieurs

instances de calcul et conteneurs. Ce service est conçu pour fournir des performances exceptionnelles garantissant des opérations de données rapides et efficaces. En outre, il offre une haute disponibilité et une durabilité élevées, assurant l'accessibilité et la protection de vos données. De plus, la capacité de stockage d'Amazon FSX ONTAP est évolutive et vous permet de l'ajuster facilement en fonction de vos besoins.

Condition préalable

Environnement réseau



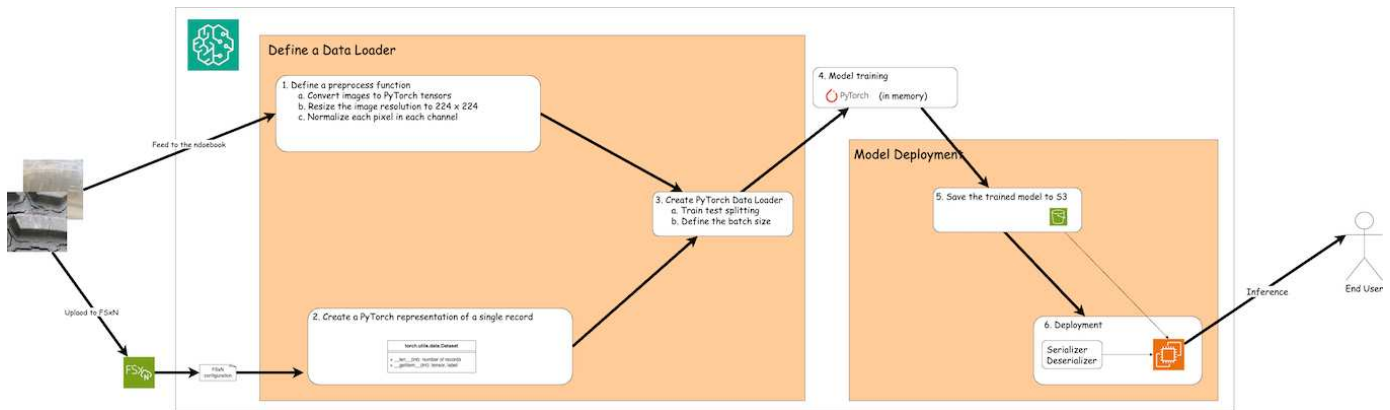
FSX ONTAP (Amazon FSX ONTAP) est un service de stockage AWS. Elle comprend un système de fichiers s'exécutant sur le système NetApp ONTAP et une machine virtuelle (SVM) gérée par AWS qui se connecte à celui-ci. Dans le diagramme fourni, le serveur NetApp ONTAP géré par AWS se trouve en dehors du VPC. Le SVM sert d'intermédiaire entre SageMaker et le système NetApp ONTAP, en recevant les demandes d'opération de SageMaker et en les transférant vers le stockage sous-jacent. Pour accéder à FSX ONTAP, SageMaker doit être placé dans le même VPC que le déploiement de FSX ONTAP. Cette configuration assure la communication et l'accès aux données entre SageMaker et FSX ONTAP.

Accès aux données

Dans des scénarios réels, les data Scientists utilisent généralement les données stockées dans FSX ONTAP pour créer leurs modèles de machine learning. Toutefois, à des fins de démonstration, puisque le système de fichiers FSX ONTAP est initialement vide après la création, il est nécessaire de télécharger manuellement les données d'entraînement. Ceci peut être réalisé en montant FSX ONTAP en tant que volume vers SageMaker. Une fois le système de fichiers correctement monté, vous pouvez télécharger votre dataset à l'emplacement monté, le rendant accessible pour l'entraînement de vos modèles dans l'environnement SageMaker. Cette approche vous permet d'exploiter la capacité et les fonctionnalités de stockage de FSX ONTAP tout en travaillant avec SageMaker pour le développement et la formation de modèles.

Le processus de lecture des données implique de configurer FSX ONTAP en tant que compartiment S3 privé. Pour connaître les instructions de configuration détaillées, reportez-vous à la section "[1re partie - intégration d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP \(FSX ONTAP\) en tant que compartiment S3 privé dans AWS SageMaker](#)".

Présentation de l'intégration



Le workflow d'utilisation des données d'entraînement dans FSX ONTAP pour créer un modèle de deep learning dans SageMaker peut être résumé en trois étapes principales : la définition du data Loader, l'entraînement du modèle et le déploiement. À un niveau élevé, ces étapes constituent la base d'un pipeline MLOps. Cependant, chaque étape implique plusieurs sous-étapes détaillées pour une mise en œuvre complète. Ces sous-étapes englobent diverses tâches, telles que le prétraitement des données, la division des datasets, la configuration des modèles, le réglage des hyperparamètres, l'évaluation des modèles, et le déploiement des modèles. Ces étapes permettent d'assurer un processus complet et efficace pour créer et déployer des modèles de deep learning à l'aide des données d'entraînement de FSX ONTAP dans l'environnement SageMaker.

Intégration pas à pas

Chargeur de données

Afin d'entraîner un réseau de deep learning PyTorch avec des données, un chargeur de données est créé pour faciliter l'alimentation en données. Le chargeur de données définit non seulement la taille du lot, mais détermine également la procédure de lecture et de prétraitement de chaque enregistrement dans le lot. Grâce à la configuration du chargeur de données, nous pouvons traiter les données par lots, ce qui permet l'entraînement du réseau de deep learning.

Le chargeur de données se compose de 3 parties.

Fonction de prétraitement

```
from torchvision import transforms

preprocess = transforms.Compose([
    transforms.ToTensor(),
    transforms.Resize((224, 224)),
    transforms.Normalize(
        mean=[0.485, 0.456, 0.406],
        std=[0.229, 0.224, 0.225]
    )
])
```

L'extrait de code ci-dessus illustre la définition des transformations de prétraitement d'image à l'aide du module

torchvision.Transforms. Dans ce schéma, l'objet de prétraitement est créé pour appliquer une série de transformations. Tout d'abord, la transformation **ToTensor()** convertit l'image en représentation de tenseur. Par la suite, la transformation **Resize 224,224** redimensionne l'image à une taille fixe de 224x224 pixels. Enfin, la transformation **Normalize()** normalise les valeurs de tenseurs en soustrayant la moyenne et en divisant par l'écart-type le long de chaque canal. Les valeurs d'écart moyen et standard utilisées pour la normalisation sont généralement utilisées dans les modèles de réseaux neuronaux pré-entraînés. Dans l'ensemble, ce code prépare les données d'image pour un traitement ou une entrée ultérieure dans un modèle pré-entraîné en les convertissant en tenseur, en les redimensionnant et en normalisant les valeurs de pixels.

Classe de jeu de données PyTorch

```
import torch
from io import BytesIO
from PIL import Image

class FSxNImageDataset(torch.utils.data.Dataset):
    def __init__(self, bucket, prefix='', preprocess=None):
        self.image_keys = [
            s3_obj.key
            for s3_obj in list(bucket.objects.filter(Prefix=prefix).all())
        ]
        self.preprocess = preprocess

    def __len__(self):
        return len(self.image_keys)

    def __getitem__(self, index):
        key = self.image_keys[index]
        response = bucket.Object(key)

        label = 1 if key[13:].startswith('defective') else 0

        image_bytes = response.get()['Body'].read()
        image = Image.open(BytesIO(image_bytes))
        if image.mode == 'L':
            image = image.convert('RGB')

        if self.preprocess is not None:
            image = self.preprocess(image)
        return image, label
```

Cette classe offre des fonctionnalités permettant d'obtenir le nombre total d'enregistrements dans le jeu de données et définit la méthode de lecture des données pour chaque enregistrement. Dans la fonction **getitem**, le code utilise l'objet de compartiment S3 boto3 pour extraire les données binaires de FSX ONTAP. Le style de code pour l'accès aux données à partir de FSX ONTAP est similaire à celui pour la lecture des données à partir d'Amazon S3. L'explication suivante est intégrée au processus de création de l'objet privé S3 **bucket**.

FSX ONTAP en tant que référentiel S3 privé

```
seed = 77 # Random seed
bucket_name = '<Your ONTAP bucket name>' # The bucket
name in ONTAP
aws_access_key_id = '<Your ONTAP bucket key id>' # Please get
this credential from ONTAP
aws_secret_access_key = '<Your ONTAP bucket access key>' # Please get
this credential from ONTAP
fsx_endpoint_ip = '<Your FSx ONTAP IP address>' # Please
get this IP address from FSXN
```

```
import boto3

# Get session info
region_name = boto3.session.Session().region_name

# Initialize FsxN S3 bucket object
# --- Start integrating SageMaker with FSXN ---
# This is the only code change we need to incorporate SageMaker with FSXN
s3_client: boto3.client = boto3.resource(
    's3',
    region_name=region_name,
    aws_access_key_id=aws_access_key_id,
    aws_secret_access_key=aws_secret_access_key,
    use_ssl=False,
    endpoint_url=f'http://{fsx_endpoint_ip}',
    config=boto3.session.Config(
        signature_version='s3v4',
        s3={'addressing_style': 'path'}
    )
)
# s3_client = boto3.resource('s3')
bucket = s3_client.Bucket(bucket_name)
# --- End integrating SageMaker with FSXN ---
```

Pour lire les données de FSX ONTAP dans SageMaker, un gestionnaire est créé et pointe vers le stockage de FSX ONTAP à l'aide du protocole S3. Ainsi, FSX ONTAP peut être traité comme un compartiment S3 privé. La configuration de gestionnaire inclut la spécification de l'adresse IP du SVM FSX ONTAP, du nom de compartiment et des informations d'identification nécessaires. Pour obtenir une explication complète sur l'obtention de ces éléments de configuration, reportez-vous au document à l'adresse ["1re partie : intégration d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP \(FSX ONTAP\) en tant que compartiment S3 privé dans AWS SageMaker"](#).

Dans l'exemple mentionné ci-dessus, l'objet de compartiment est utilisé pour instancier l'objet de jeu de données PyTorch. L'objet Dataset sera expliqué plus en détail dans la section suivante.

Le chargeur de données PyTorch

```
from torch.utils.data import DataLoader
torch.manual_seed(seed)

# 1. Hyperparameters
batch_size = 64

# 2. Preparing for the dataset
dataset = FSxNImageDataset(bucket, 'dataset/tyre', preprocess=preprocess)

train, test = torch.utils.data.random_split(dataset, [1500, 356])

data_loader = DataLoader(dataset, batch_size=batch_size, shuffle=True)
```

Dans l'exemple fourni, une taille de lot de 64 est spécifiée, indiquant que chaque lot contiendra 64 enregistrements. En combinant la classe PyTorch **Dataset**, la fonction de prétraitement et la taille du lot d'entraînement, nous obtenons le chargeur de données pour l'entraînement. Ce chargeur de données facilite le processus d'itération dans l'ensemble de données en lots pendant la phase d'entraînement.

Entraînement du modèle

```
from torch import nn

class TyreQualityClassifier(nn.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.model = nn.Sequential(
            nn.Conv2d(3, 32, (3, 3)),
            nn.ReLU(),
            nn.Conv2d(32, 32, (3, 3)),
            nn.ReLU(),
            nn.Conv2d(32, 64, (3, 3)),
            nn.ReLU(),
            nn.Flatten(),
            nn.Linear(64 * (224 - 6) * (224 - 6), 2)
        )
    def forward(self, x):
        return self.model(x)
```

```

import datetime

num_epochs = 2
device = torch.device('cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu')

model = TyreQualityClassifier()
fn_loss = torch.nn.CrossEntropyLoss()
optimizer = torch.optim.Adam(model.parameters(), lr=1e-3)

model.to(device)
for epoch in range(num_epochs):
    for idx, (X, y) in enumerate(data_loader):
        X = X.to(device)
        y = y.to(device)

        y_hat = model(X)

        loss = fn_loss(y_hat, y)
        optimizer.zero_grad()
        loss.backward()
        optimizer.step()
        current_time = datetime.datetime.now().strftime("%Y-%m-%d
%H:%M:%S")
        print(f"Current Time: {current_time} - Epoch [{epoch+1}/
{num_epochs}]- Batch [{idx + 1}] - Loss: {loss}", end='\r')

```

Ce code met en œuvre un processus de formation PyTorch standard. Il définit un modèle de réseau neuronal appelé **TyreQualityClassifier** utilisant des couches convolutionnelles et une couche linéaire pour classer la qualité des pneus. La boucle d'entraînement effectue une itération sur les lots de données, calcule la perte et met à jour les paramètres du modèle à l'aide de la rétropropagation et de l'optimisation. En outre, il imprime l'heure, l'époque, le lot et la perte actuels à des fins de surveillance.

Déploiement du modèle

Déploiement

```

import io
import os
import tarfile
import sagemaker

# 1. Save the PyTorch model to memory
buffer_model = io.BytesIO()
traced_model = torch.jit.script(model)
torch.jit.save(traced_model, buffer_model)

# 2. Upload to AWS S3
sagemaker_session = sagemaker.Session()
bucket_name_default = sagemaker_session.default_bucket()
model_name = f'tyre_quality_classifier.pth'

# 2.1. Zip PyTorch model into tar.gz file
buffer_zip = io.BytesIO()
with tarfile.open(fileobj=buffer_zip, mode="w:gz") as tar:
    # Add PyTorch pt file
    file_name = os.path.basename(model_name)
    file_name_with_extension = os.path.splitext(file_name)[-1]
    tarinfo = tarfile.TarInfo(file_name_with_extension)
    tarinfo.size = len(buffer_model.getbuffer())
    buffer_model.seek(0)
    tar.addfile(tarinfo, buffer_model)

# 2.2. Upload the tar.gz file to S3 bucket
buffer_zip.seek(0)
boto3.resource('s3') \
    .Bucket(bucket_name_default) \
    .Object(f'pytorch/{model_name}.tar.gz') \
    .put(Body=buffer_zip.getvalue())

```

Le code enregistre le modèle PyTorch dans **Amazon S3** car SageMaker requiert que le modèle soit stocké dans S3 pour le déploiement. En téléchargeant le modèle vers **Amazon S3**, il devient accessible à SageMaker, ce qui permet le déploiement et l'inférence sur le modèle déployé.

```

import time
from sagemaker.pytorch import PyTorchModel
from sagemaker.predictor import Predictor
from sagemaker.serializers import IdentitySerializer
from sagemaker.deserializers import JSONDeserializer

class TyreQualitySerializer(IdentitySerializer):

```



```

CONTENT_TYPE = 'application/x-torch'

def serialize(self, data):
    transformed_image = preprocess(data)
    tensor_image = torch.Tensor(transformed_image)

    serialized_data = io.BytesIO()
    torch.save(tensor_image, serialized_data)
    serialized_data.seek(0)
    serialized_data = serialized_data.read()

    return serialized_data

class TyreQualityPredictor(Predictor):
    def __init__(self, endpoint_name, sagemaker_session):
        super().__init__(
            endpoint_name,
            sagemaker_session=sagemaker_session,
            serializer=TyreQualitySerializer(),
            deserializer=JSONDeserializer(),
        )

sagemaker_model = PyTorchModel(
    model_data=f's3://{bucket_name_default}/pytorch/{model_name}.tar.gz',
    role=sagemaker.get_execution_role(),
    framework_version='2.0.1',
    py_version='py310',
    predictor_cls=TyreQualityPredictor,
    entry_point='inference.py',
    source_dir='code',
)

timestamp = int(time.time())
pytorch_endpoint_name = '{}-{}-{}'.format('tyre-quality-classifier', 'pt',
timestamp)
sagemaker_predictor = sagemaker_model.deploy(
    initial_instance_count=1,
    instance_type='ml.p3.2xlarge',
    endpoint_name=pytorch_endpoint_name
)

```

Ce code facilite le déploiement d'un modèle PyTorch sur SageMaker. Il définit un sérialiseur personnalisé, **TyreQualitySerializer**, qui prétraite et sérialise les données d'entrée en tant que tenseur PyTorch. La classe **TyreQualityPredictor** est un prédicteur personnalisé qui utilise le sérialiseur défini et un **JSONDeserializer**. Le code crée également un objet **PyTorchModel** pour spécifier l'emplacement S3 du modèle, le rôle IAM, la version du framework et le point d'entrée pour l'inférence. Le code génère un horodatage et construit un nom

de point final basé sur le modèle et l'horodatage. Enfin, le modèle est déployé à l'aide de la méthode `deploy`, en spécifiant le nombre d'instances, le type d'instance et le nom du noeud final généré. Cela permet de déployer le modèle PyTorch et d'y accéder pour l'inférence sur SageMaker.

Inférence

```
image_object = list(bucket.objects.filter('dataset/tyre'))[0].get()
image_bytes = image_object['Body'].read()

with Image.open(with Image.open(BytesIO(image_bytes)) as image:
    predicted_classes = sagemaker_predictor.predict(image)

print(predicted_classes)
```

Voici un exemple d'utilisation du terminal déployé pour effectuer l'inférence.

Partie 3 - construire Un pipeline MLO simplifié (ci/CT/CD)

Cet article présente un guide pour la création d'un pipeline MLOps avec les services AWS. Il se concentre sur la reconversion automatique de modèles, le déploiement et l'optimisation des coûts.

Auteur(s):

Jian Jian (Ken), scientifique senior en données et applications, NetApp

Introduction

Dans ce tutoriel, vous apprendrez à utiliser différents services AWS pour construire un pipeline MLOps simple qui englobe l'intégration continue (ci), la formation continue (CT) et le déploiement continu (CD). Contrairement aux pipelines DevOps classiques, le MLOps nécessite des considérations supplémentaires pour mener à bien le cycle opérationnel. En suivant ce tutoriel, vous allez apprendre à intégrer la tomodynamométrie dans la boucle MLOps, ce qui permet d'entraîner en continu vos modèles et de procéder à un déploiement transparent pour l'inférence. Ce tutoriel vous guidera tout au long du processus d'utilisation des services AWS pour établir ce pipeline MLOps de bout en bout.

Manifeste

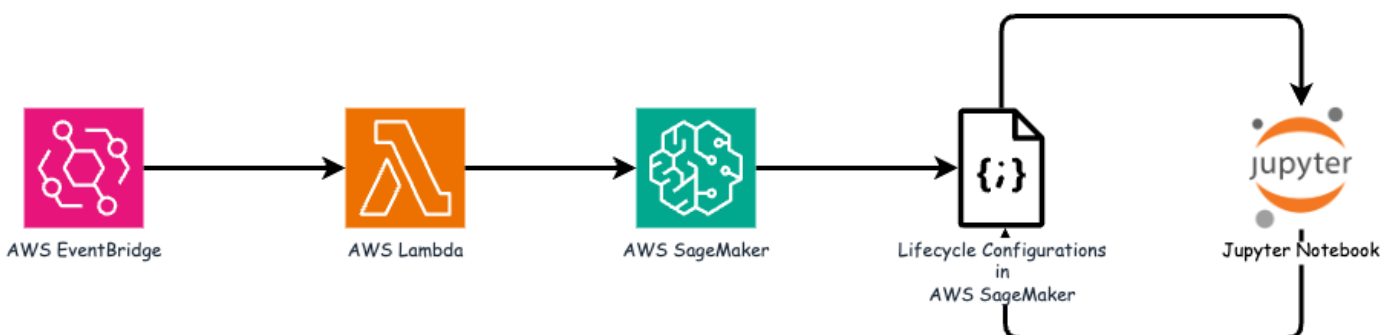
Fonctionnalité	Nom	Commentaire
Stockage des données	ONTAP AWS FSX	Reportez-vous à la "1re partie : intégration d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) en tant que compartiment S3 privé dans AWS SageMaker" .

Fonctionnalité	Nom	Commentaire
IDE data science	AWS SageMaker	Ce tutoriel est basé sur le bloc-notes Jupyter présenté dans " Partie 2 - exploitation d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP (FSX ONTAP) en tant que source de données pour l'entraînement des modèles dans SageMaker ".
Fonction permettant de déclencher le pipeline MLOps	Fonction Lambda d'AWS	-
Déclencheur de tâche cron	AWS EventBridge	-
Structure de deep learning	PyTorch	-
Kit de développement logiciel AWS Python	boto3	-
Langage de programmation	Python	v3.10

Condition préalable

- Un système de fichiers FSX ONTAP préconfiguré. Ce tutoriel utilise les données stockées dans FSX ONTAP pour le processus d'entraînement.
- Une instance **SageMaker Notebook** configurée pour partager le même VPC que le système de fichiers FSX ONTAP mentionné ci-dessus.
- Avant de déclencher la fonction **AWS Lambda**, assurez-vous que l'instance **SageMaker Notebook** est à l'état **Arrêté**.
- Le type d'instance **ml.g4dn.xlarge** est requis pour exploiter l'accélération GPU nécessaire au calcul des réseaux neuronaux profonds.

Architecture



Ce pipeline MLOps est une implémentation pratique qui utilise un travail cron pour déclencher une fonction sans serveur, qui à son tour exécute un service AWS enregistré avec une fonction de rappel de cycle de vie. **AWS EventBridge** agit comme travail cron. Il invoque périodiquement une fonction **AWS Lambda** responsable du recyclage et du redéploiement du modèle. Ce processus implique l'exécution de l'instance **AWS SageMaker Notebook** pour effectuer les tâches nécessaires.

Configuration pas à pas

Configurations de cycle de vie

Pour configurer la fonction de rappel de cycle de vie pour l'instance d'ordinateur portable AWS SageMaker, vous devez utiliser **Lifecycle configurations**. Ce service vous permet de définir les actions à effectuer lors de l'activation de l'instance de bloc-notes. Plus précisément, un script shell peut être implémenté dans les configurations **Lifecycle** pour arrêter automatiquement l'instance de bloc-notes une fois les processus de formation et de déploiement terminés. Il s'agit d'une configuration requise, car le coût est l'un des principaux éléments à prendre en compte dans MLOps.

Il est important de noter que la configuration des **configurations Lifecycle** doit être configurée à l'avance. Par conséquent, il est recommandé de hiérarchiser la configuration de cet aspect avant de procéder à la configuration des autres pipelines MLOps.

1. Pour configurer une configuration Lifecycle, ouvrez le panneau **Sagemaker** et naviguez jusqu'à **Lifecycle configurations** sous la section **Admin configurations**.

aws Services Search

S3

Amazon SageMaker

- Getting started
- Studio
- Studio Lab
- Canvas
- RStudio
- TensorBoard
- Profiler

▼ Admin configurations

- Domains**
- Role manager
- Images
- Lifecycle configurations

SageMaker dashboard

Search

► JumpStart

Amazon SageMaker > Domains

Domains


A domain includes an associated Amazon SageMaker domain receives a personal and private

► Domain structure diagram

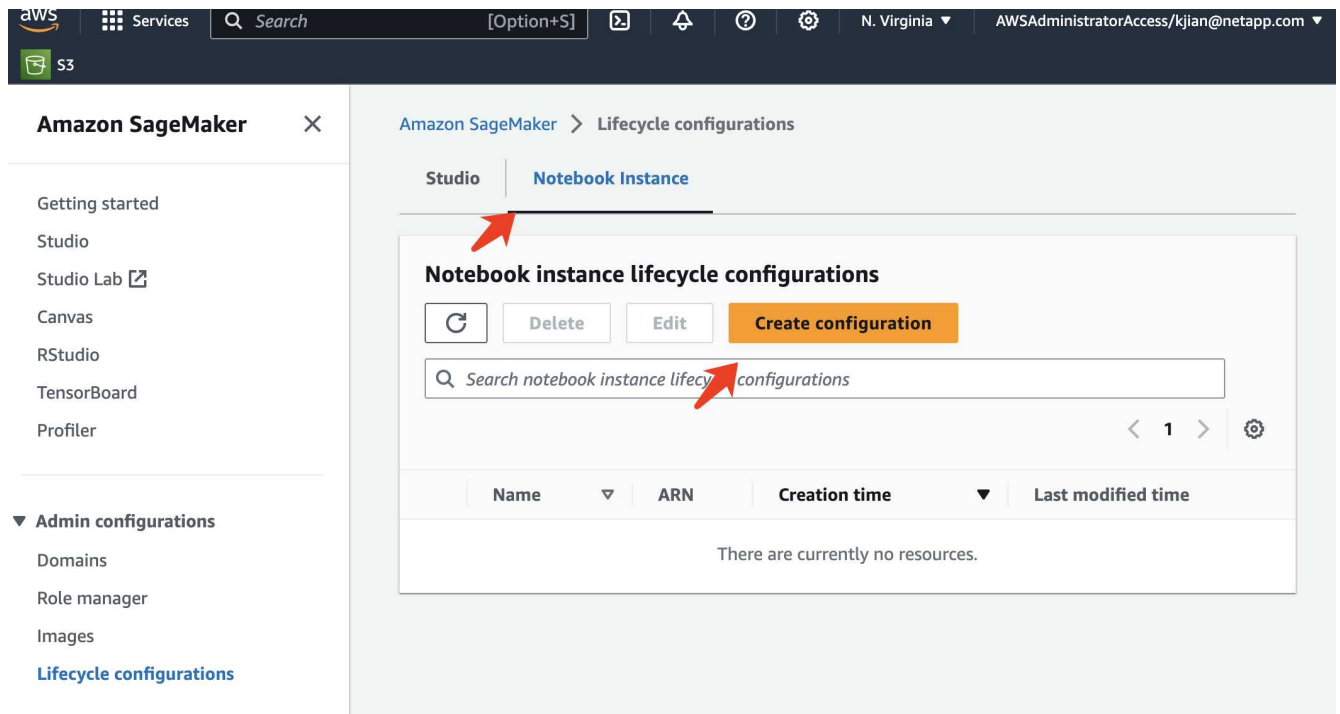
Domains (4)

Find domain name

	Name
<input type="radio"/>	rdsml-east-1
<input type="radio"/>	rdsml-east-2
<input type="radio"/>	rdsml-east-3
<input type="radio"/>	rdsml-east-4



2. Sélectionnez l'onglet **Notebook instance** et cliquez sur le bouton **Créer une configuration**



3. Collez le code ci-dessous dans la zone de saisie.

```
#!/bin/bash

set -e
sudo -u ec2-user -i <<'EOF'
# 1. Retraining and redeploying the model
NOTEBOOK_FILE=/home/ec2-
user/SageMaker/tyre_quality_classification_local_training.ipynb
echo "Activating conda env"
source /home/ec2-user/anaconda3/bin/activate pytorch_p310
nohup jupyter nbconvert "$NOTEBOOK_FILE"
--ExecutePreprocessor.kernel_name=python --execute --to notebook &
nbconvert_pid=$!
conda deactivate

# 2. Scheduling a job to shutdown the notebook to save the cost
PYTHON_DIR='/home/ec2-
user/anaconda3/envs/JupyterSystemEnv/bin/python3.10'
echo "Starting the autostop script in cron"
(crontab -l 2>/dev/null; echo "*/*/* * * * * bash -c 'if ps -p
$nbconvert_pid > /dev/null; then echo \"Notebook is still running.\" >>
/var/log/jupyter.log; else echo \"Notebook execution completed.\" >>
/var/log/jupyter.log; $PYTHON_DIR -c \"import boto3;boto3.client(
\'sagemaker\').stop_notebook_instance(NotebookInstanceName=get_notebook_
name())\" >> /var/log/jupyter.log; fi'") | crontab -
EOF
```

4. Ce script exécute le Jupyter Notebook, qui gère le recyclage et le redéploiement du modèle pour l'inférence. Une fois l'exécution terminée, l'ordinateur s'arrête automatiquement dans les 5 minutes. Pour en savoir plus sur l'énoncé du problème et l'implémentation du code, veuillez vous reporter à "[Partie 2 - exploitation d'Amazon FSX pour NetApp ONTAP \(FSX ONTAP\) en tant que source de données pour l'entraînement des modèles dans SageMaker](#)".

aws Services Search [Option+S]

S3

Amazon SageMaker > Lifecycle configurations > Create lifecycle configuration

Create lifecycle configuration

Configuration setting

Name

Alphanumeric characters and "-", no spaces. Maximum 63 characters.

Scripts

Start notebook | Create notebook

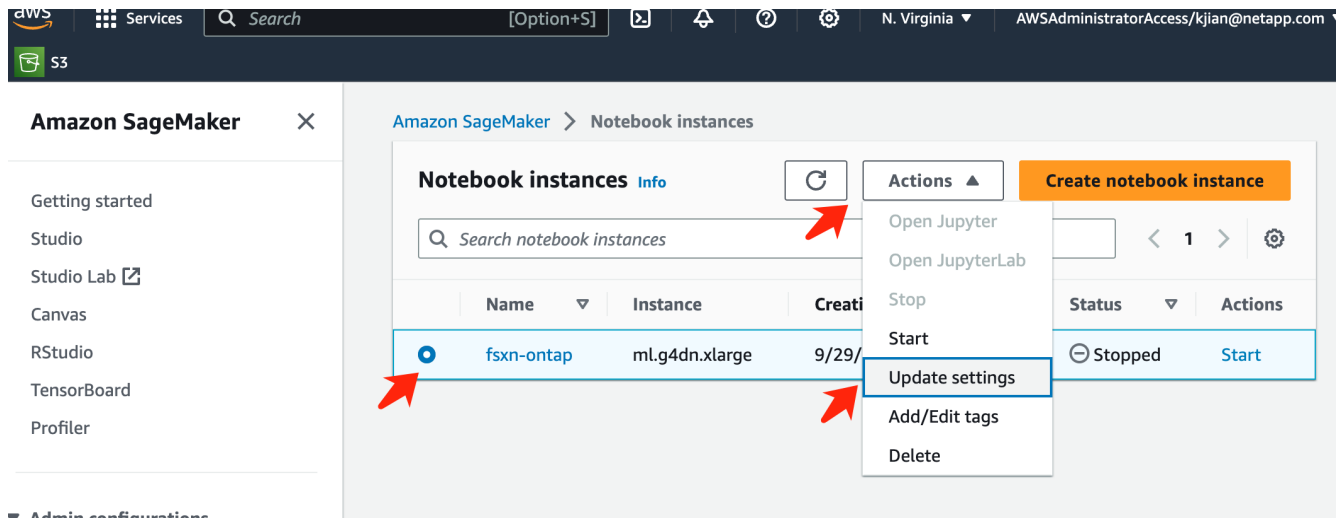
This script will be run each time an associated notebook instance is started, including during initial creation. If the associated notebook instance is already started, it will be run the next time it is stopped and started. [a curated list of sample scripts](#)

```
1 #!/bin/bash
2
3 set -e
4 sudo -u ec2-user -i <<'EOF'
5 # 1. Retraining and redeploying the model
6 NOTEBOOK_FILE=/home/ec2-user/SageMaker/tyre_quality_classification_local_training.ipynb
7 echo "Activating conda env"
8 source /home/ec2-user/anaconda3/bin/activate torch_p310
9 nohup jupyter nbconvert "$NOTEBOOK_FILE" --ExecutePreprocessor.kernel_name=python --execute --to n
10 nbconvert_pid=$!
11 conda deactivate
12
13 # 2. Scheduling a job to shutdown the notebook to save the cost
14 PYTHON_DIR='/home/ec2-user/anaconda3/envs/JupyterSystemEnv/bin/python3.10'
15 echo "Starting the autostop script in cron"
16 (crontab -l 2>/dev/null; echo "*/5 * * * * bash -c 'if ps -p $nbconvert_pid > /dev/null; then echo
17 EOF
```

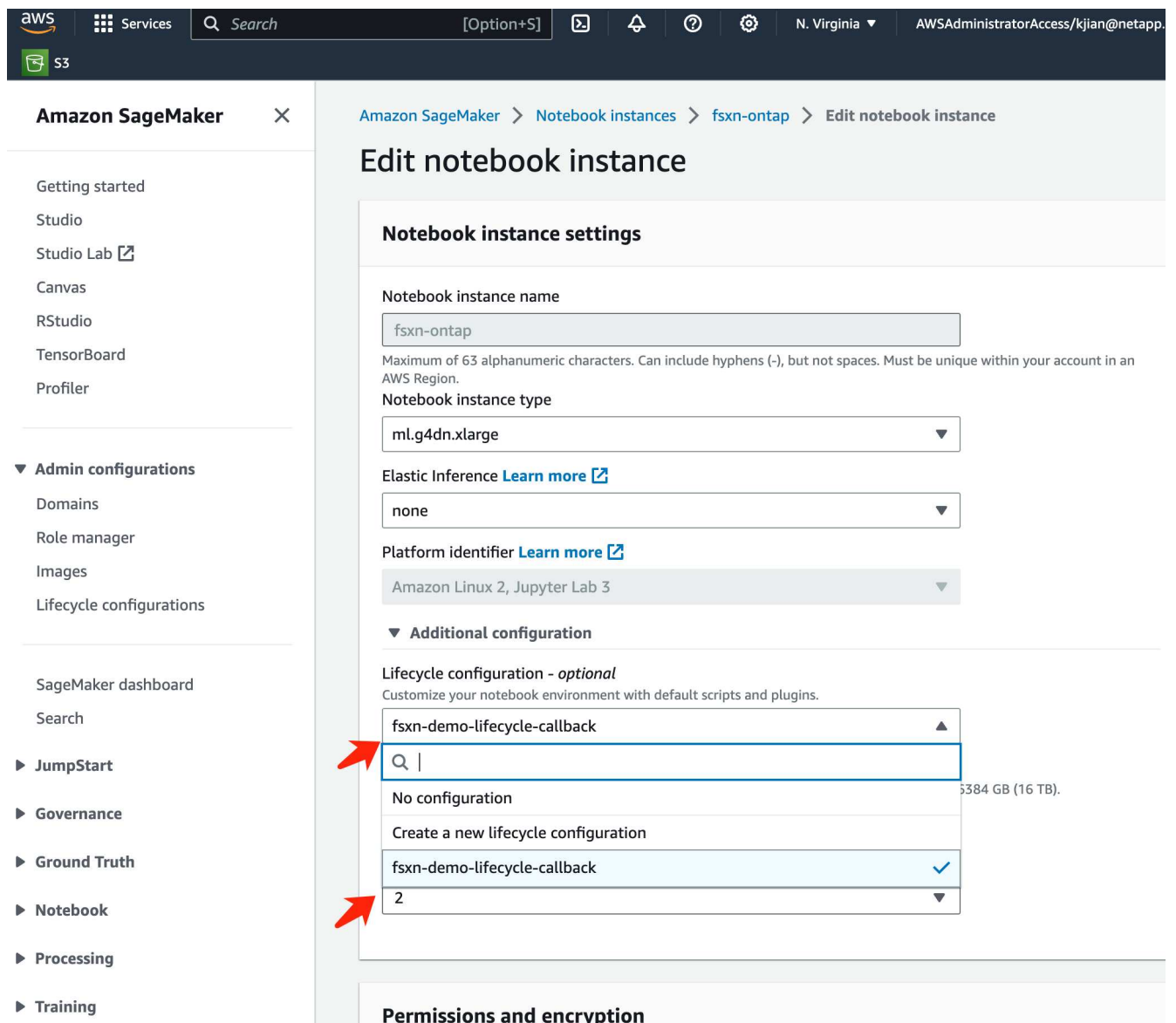
Cancel **Create configuration**

CloudShell Feedback

5. Après la création, naviguez jusqu'à instances de bloc-notes, sélectionnez l'instance cible, puis cliquez sur **mettre à jour les paramètres** dans la liste déroulante actions.



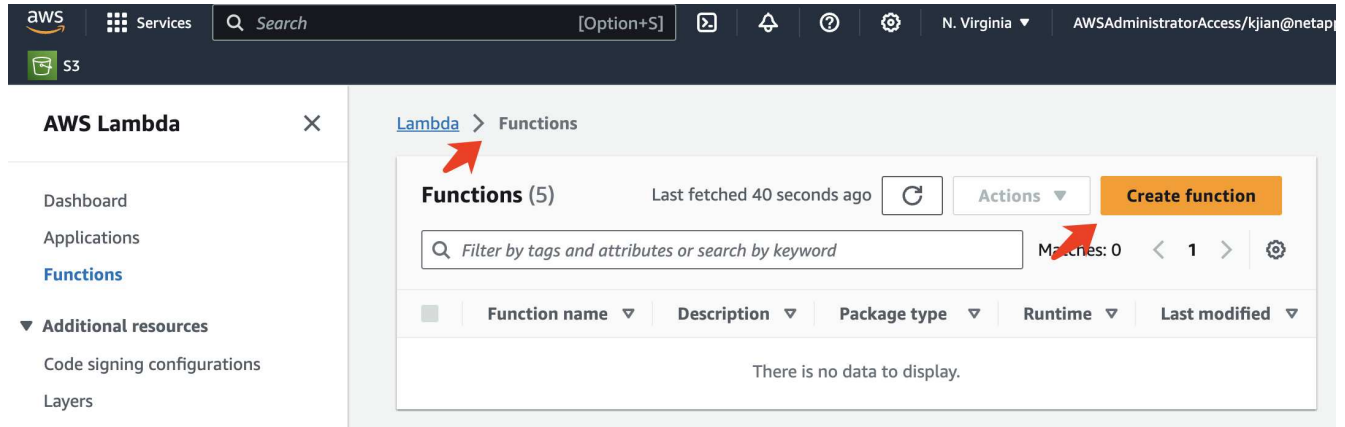
6. Sélectionnez la configuration **Lifecycle** créée et cliquez sur **mettre à jour l'instance de bloc-notes**.



Fonction sans serveur AWS Lambda

Comme mentionné précédemment, la fonction **AWS Lambda** est responsable de l'activation de l'instance **AWS SageMaker Notebook**.

1. Pour créer une fonction **AWS Lambda**, accédez au panneau correspondant, passez à l'onglet **Functions** et cliquez sur **Create Function**.



2. Veuillez classer toutes les entrées requises sur la page et n'oubliez pas de passer à **Python 3.10**.

aws Services Search [Option+S] N. Virgi AWSAdministratorAccess/kjian@

S3

Lambda > Functions > Create function

Create function [Info](#)

AWS Serverless Application Repository applications have moved to [Create application](#).

- Author from scratch**
Start with a simple Hello World example.
- Use a blueprint**
Build a Lambda application from sample code and configuration presets for common use cases.
- Container image**
Select a container image to deploy for your function.

Basic information

Function name
Enter a name that describes the purpose of your function.

fsxn-demo-mlops

Use only letters, numbers, hyphens, or underscores with no spaces.

Runtime [Info](#)
Choose the language to use to write your function. Note that the console code editor supports only Node.js, Python, and Ruby.

Python 3.10

Architecture [Info](#)
Choose the instruction set architecture you want for your function code.

- x86_64
- arm64

Permissions [Info](#)
By default, Lambda will create an execution role with permissions to upload logs to Amazon CloudWatch Logs. You can customize this default role later when adding triggers.

3. Veuillez vérifier que le rôle désigné possède l'autorisation requise **AmazonSageMakerFullAccess** et cliquez sur le bouton **Créer fonction**.

Use only letters, numbers, hyphens, or underscores with no spaces.

Runtime [Info](#)
Choose the language to use to write your function. Note that the console code editor supports only Node.js, Python, and Ruby.
Python 3.10

Architecture [Info](#)
Choose the instruction set architecture you want for your function code.
 x86_64
 arm64

Permissions [Info](#)
By default, Lambda will create an execution role with permissions to upload logs to Amazon CloudWatch Logs. You can customize this default role later when adding triggers.

▼ **Change default execution role**

Execution role
Choose a role that defines the permissions of your function. To create a custom role, go to the [IAM console](#).

Create a new role with basic Lambda permissions
 Use an existing role
 Create a new role from AWS policy templates

Existing role
Choose an existing role that you've created to be used with this Lambda function. The role must have permission to upload logs to Amazon CloudWatch Logs.
service-role/fsxn-demo-mlops-role-585jzdney
[View the fsxn-demo-mlops-role-585jzdney role](#) on the IAM console.

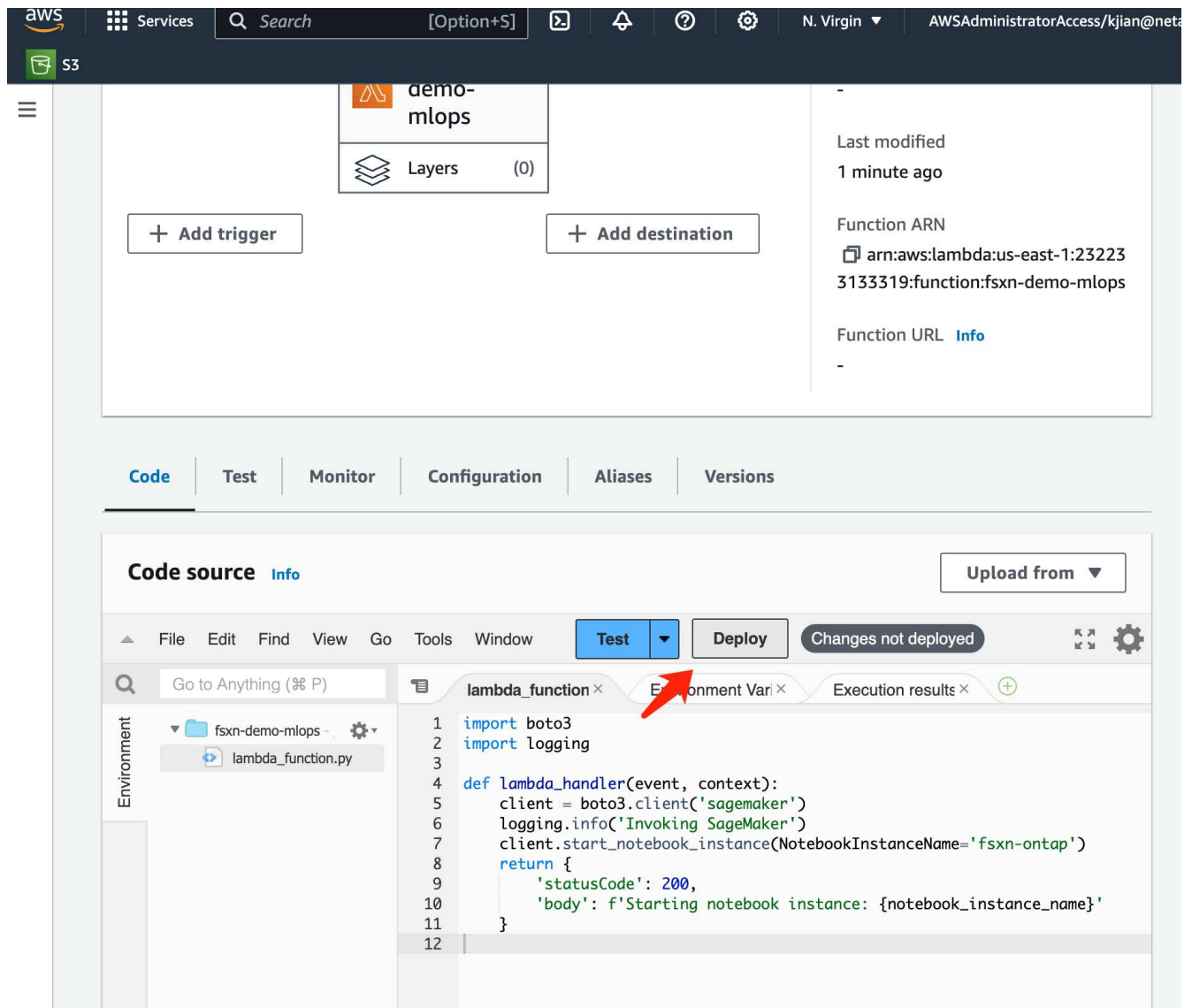
► **Advanced settings**

4. Sélectionnez la fonction Lambda créée. Dans l'onglet Code, copiez et collez le code suivant dans la zone de texte. Ce code démarre l'instance d'ordinateur portable nommée **fsxn-ontap**.

```
import boto3
import logging

def lambda_handler(event, context):
    client = boto3.client('sagemaker')
    logging.info('Invoking SageMaker')
    client.start_notebook_instance(NotebookInstanceName='fsxn-ontap')
    return {
        'statusCode': 200,
        'body': f'Starting notebook instance: {notebook_instance_name}'
    }
```

5. Cliquez sur le bouton **déployer** pour appliquer ce changement de code.



6. Pour spécifier comment déclencher cette fonction Lambda d'AWS, cliquez sur le bouton Ajouter un déclencheur.

The screenshot shows the AWS Lambda console interface for a function named 'fsxn-demo-mlops'. At the top, there is a navigation bar with the AWS logo, 'Services', a search bar, and the user's profile. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads 'Lambda > Functions > fsxn-demo-mlops'. The main heading is 'fsxn-demo-mlops', followed by buttons for 'Throttle', 'Copy ARN', and 'Actions'. The 'Function overview' section is expanded, showing a card for the function with the AWS Lambda icon, the name 'fsxn-demo-mlops', and 'Layers (0)'. Below this card are two buttons: '+ Add trigger' and '+ Add destination'. A red arrow points to the '+ Add trigger' button. To the right of the function card, there is a metadata panel with the following information: 'Description -', 'Last modified 2 minutes ago', 'Function ARN arn:aws:lambda:us-east-1:232233133319:function:fsxn-demo-mlops', and 'Function URL Info -'.

7. Sélectionnez EventBridge dans le menu déroulant, puis cliquez sur le bouton radio Créer une nouvelle règle. Dans le champ expression du programme, entrez `rate(1 day)`, Puis cliquez sur le bouton Ajouter pour créer et appliquer cette nouvelle règle de travail cron à la fonction Lambda d'AWS.

The screenshot shows the AWS Lambda console interface for adding a trigger. The breadcrumb navigation is 'Lambda > Add trigger'. The main heading is 'Add trigger'. Under 'Trigger configuration', the selected provider is 'EventBridge (CloudWatch Events)'. The 'Rule' section has 'Create a new rule' selected. The 'Rule name' is 'mlops-retraining-trigger'. The 'Rule type' is 'Schedule expression', and the 'Schedule expression' is 'rate(1 day)'. At the bottom right, there are 'Cancel' and 'Add' buttons.

Après avoir terminé la configuration en deux étapes, chaque jour, la fonction **AWS Lambda** lance le **SageMaker Notebook**, effectue une nouvelle formation du modèle à l'aide des données du référentiel **FSX ONTAP**, redéploie le modèle mis à jour dans l'environnement de production et arrête automatiquement l'instance **SageMaker Notebook** pour optimiser le coût. Cela permet de s'assurer que le modèle reste à jour.

Ceci conclut le tutoriel sur le développement d'un pipeline MLOps.

Informations sur le copyright

Copyright © 2024 NetApp, Inc. Tous droits réservés. Imprimé aux États-Unis. Aucune partie de ce document protégé par copyright ne peut être reproduite sous quelque forme que ce soit ou selon quelque méthode que ce soit (graphique, électronique ou mécanique, notamment par photocopie, enregistrement ou stockage dans un système de récupération électronique) sans l'autorisation écrite préalable du détenteur du droit de copyright.

Les logiciels dérivés des éléments NetApp protégés par copyright sont soumis à la licence et à l'avis de non-responsabilité suivants :

CE LOGICIEL EST FOURNI PAR NETAPP « EN L'ÉTAT » ET SANS GARANTIES EXPRESSES OU TACITES, Y COMPRIS LES GARANTIES TACITES DE QUALITÉ MARCHANDE ET D'ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER, QUI SONT EXCLUES PAR LES PRÉSENTES. EN AUCUN CAS NETAPP NE SERA TENU POUR RESPONSABLE DE DOMMAGES DIRECTS, INDIRECTS, ACCESSOIRES, PARTICULIERS OU EXEMPLAIRES (Y COMPRIS L'ACHAT DE BIENS ET DE SERVICES DE SUBSTITUTION, LA PERTE DE JOUISSANCE, DE DONNÉES OU DE PROFITS, OU L'INTERRUPTION D'ACTIVITÉ), QUELLES QU'EN SOIENT LA CAUSE ET LA DOCTRINE DE RESPONSABILITÉ, QU'IL S'AGISSE DE RESPONSABILITÉ CONTRACTUELLE, STRICTE OU DÉLICTEUELLE (Y COMPRIS LA NÉGLIGENCE OU AUTRE) DÉCOULANT DE L'UTILISATION DE CE LOGICIEL, MÊME SI LA SOCIÉTÉ A ÉTÉ INFORMÉE DE LA POSSIBILITÉ DE TELS DOMMAGES.

NetApp se réserve le droit de modifier les produits décrits dans le présent document à tout moment et sans préavis. NetApp décline toute responsabilité découlant de l'utilisation des produits décrits dans le présent document, sauf accord explicite écrit de NetApp. L'utilisation ou l'achat de ce produit ne concède pas de licence dans le cadre de droits de brevet, de droits de marque commerciale ou de tout autre droit de propriété intellectuelle de NetApp.

Le produit décrit dans ce manuel peut être protégé par un ou plusieurs brevets américains, étrangers ou par une demande en attente.

LÉGENDE DE RESTRICTION DES DROITS : L'utilisation, la duplication ou la divulgation par le gouvernement sont sujettes aux restrictions énoncées dans le sous-paragraphe (b)(3) de la clause Rights in Technical Data-Noncommercial Items du DFARS 252.227-7013 (février 2014) et du FAR 52.227-19 (décembre 2007).

Les données contenues dans les présentes se rapportent à un produit et/ou service commercial (tel que défini par la clause FAR 2.101). Il s'agit de données propriétaires de NetApp, Inc. Toutes les données techniques et tous les logiciels fournis par NetApp en vertu du présent Accord sont à caractère commercial et ont été exclusivement développés à l'aide de fonds privés. Le gouvernement des États-Unis dispose d'une licence limitée irrévocable, non exclusive, non cessible, non transférable et mondiale. Cette licence lui permet d'utiliser uniquement les données relatives au contrat du gouvernement des États-Unis d'après lequel les données lui ont été fournies ou celles qui sont nécessaires à son exécution. Sauf dispositions contraires énoncées dans les présentes, l'utilisation, la divulgation, la reproduction, la modification, l'exécution, l'affichage des données sont interdits sans avoir obtenu le consentement écrit préalable de NetApp, Inc. Les droits de licences du Département de la Défense du gouvernement des États-Unis se limitent aux droits identifiés par la clause 252.227-7015(b) du DFARS (février 2014).

Informations sur les marques commerciales

NETAPP, le logo NETAPP et les marques citées sur le site <http://www.netapp.com/TM> sont des marques déposées ou des marques commerciales de NetApp, Inc. Les autres noms de marques et de produits sont des marques commerciales de leurs propriétaires respectifs.