



RAPPORT DE PROJET FINAL
INGÉNIERIE DEVOPS & CLOUD COMPUTING

**Déploiement Automatisé d'une
Application Node.js**
(CI/CD Professionnel - Projet 2048)

Auteurs :

Mohamed KOUBAA
Ala BOUSSARSAR

Technologies :

AWS (EC2, ECR)
Ansible (Provisioning)
Jenkins (Pipeline CI/CD)
Docker (Conteneurisation)

Dépôt GitHub :

<https://github.com/Akatsuki1995/2048-devops-project>

Date du rendu : 30 Novembre 2025

Année universitaire : 2025 / 2026

Table des matières

1	Introduction Générale	3
1.1	Contexte et Objectifs	3
1.2	Organisation et Travail en Groupe	3
2	Prérequis et Environnement Technique	4
2.1	Prérequis Logiciels	4
2.2	Architecture Cible	4
3	Préparation de l'Application (Node.js)	6
3.1	Choix et Fork de l'Application	6
3.2	Transformation en Application Node.js	6
3.3	Conteneurisation (Dockerfile)	6
4	Provisionnement AWS avec Ansible	8
4.1	Configuration d'Ansible	8
4.2	Structure du Playbook	8
4.3	Exécution et Résultats	8
5	Conception du Pipeline Jenkins (CI/CD)	11
5.1	Préparation de Jenkins	11
5.2	Gestion des Secrets	11
5.3	Étapes du Pipeline (Jenkinsfile)	11
5.4	Configuration du Webhook GitHub	12

6	Vérifications et Validation du Travail	14
6.1	Déploiement Initial	14
6.2	Publication sur ECR	14
6.3	Déploiement via Commit (Le Test "Blue/Gold")	15
7	Analyse des Problèmes Rencontrés	16
7.1	1. Conflit Ansible / Python	16
7.2	2. Identifiants AWS Temporaires (ASIA)	16
8	Conclusion	17

1 Introduction Générale

1.1 Contexte et Objectifs

Résumé Exécutif

Ce projet a pour objectif la mise en œuvre complète d'une chaîne DevOps moderne, depuis le code source jusqu'au déploiement en production sur Amazon Web Services (AWS). Il répond à une problématique d'entreprise : comment transformer une application legacy (le jeu 2048) en un service cloud natif, résilient et mis à jour automatiquement ?

Le travail couvre l'intégralité du cycle :

- **Conteneurisation** de l'application Node.js.
- **Infrastructure as Code (IaC)** avec Ansible pour provisionner l'environnement AWS.
- **Pipeline CI/CD** avec Jenkins pour l'automatisation du build et du déploiement.
- **Observabilité** via des webhooks GitHub pour le déclenchement automatique.

1.2 Organisation et Travail en Groupe

Ce projet a été réalisé en binôme. La répartition des tâches a été effectuée comme suit pour simuler un environnement professionnel :

- **Mohamed KOUBAA** : Responsable de la partie CI/CD (Jenkins), de la gestion des secrets et de l'intégration Webhook.
- **Ala BOUSSARSAR** : Responsable de l'Infrastructure as Code (Ansible), de la configuration AWS (EC2/ECR) et de la conteneurisation Docker.

La collaboration s'est faite via un dépôt GitHub commun ([lien](#)), avec des revues de code systématiques.

2 Prérequis et Environnement Technique

2.1 Prérequis Logiciels

Le projet s'appuie sur la stack technique suivante, installée et configurée localement et sur le serveur CI :

Outil	Rôle dans le projet
Git & GitHub	Gestion du code source (SCM) et déclencheur Webhook
AWS CLI	Interaction en ligne de commande avec l'API AWS
Docker	Construction de l'image de l'application (Build)
Node.js (≥ 16)	Runtime pour l'application serveur Express
Ansible	Automatisation du provisioning de l'infrastructure
Jenkins	Orchestrateur du Pipeline CI/CD

TABLE 1 – Tableau des outils utilisés

2.2 Architecture Cible

L'architecture déployée respecte le schéma suivant : Flux directionnel du développeur vers la production.

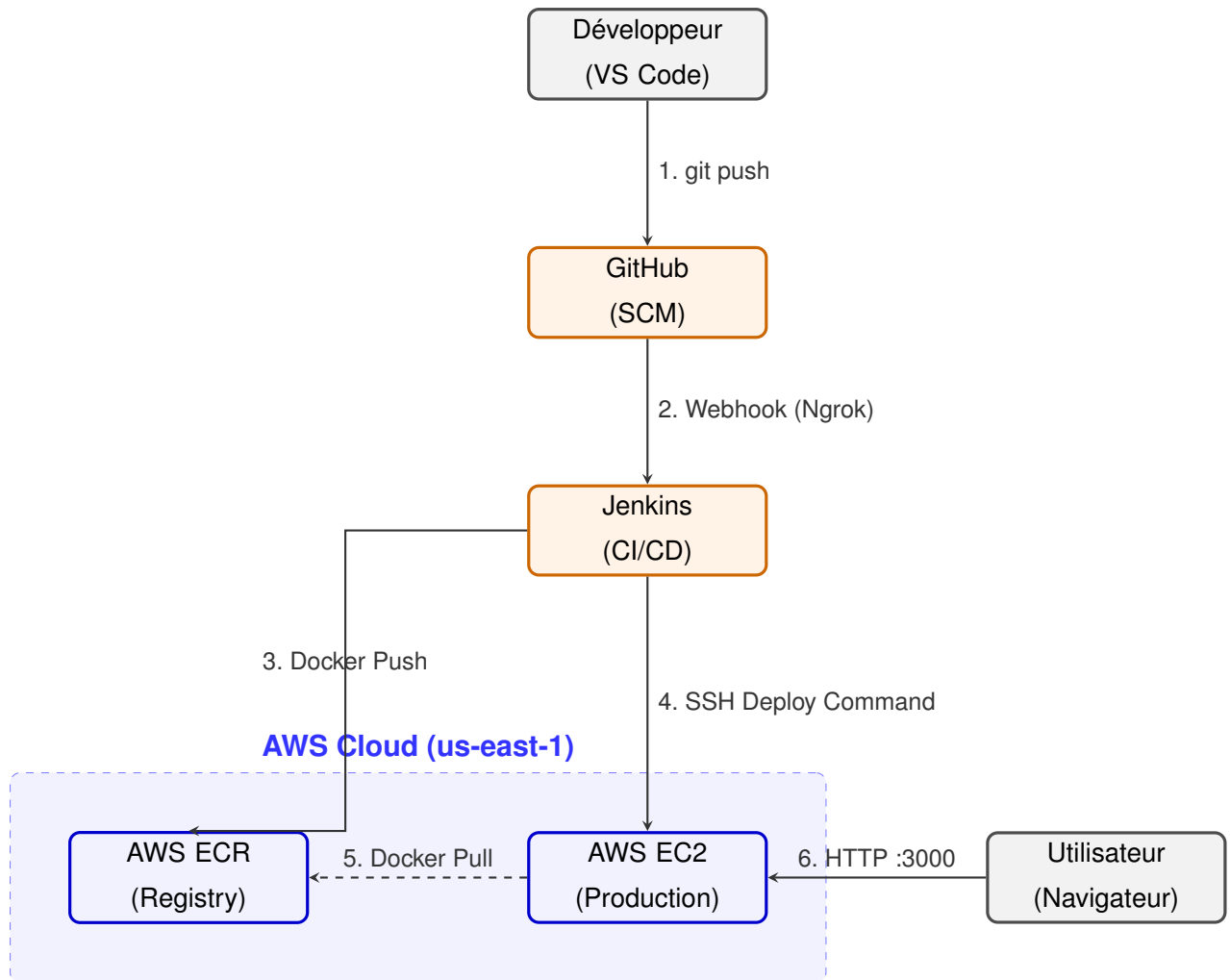


FIGURE 1 – Architecture du Pipeline CI/CD

3 Préparation de l'Application (Node.js)

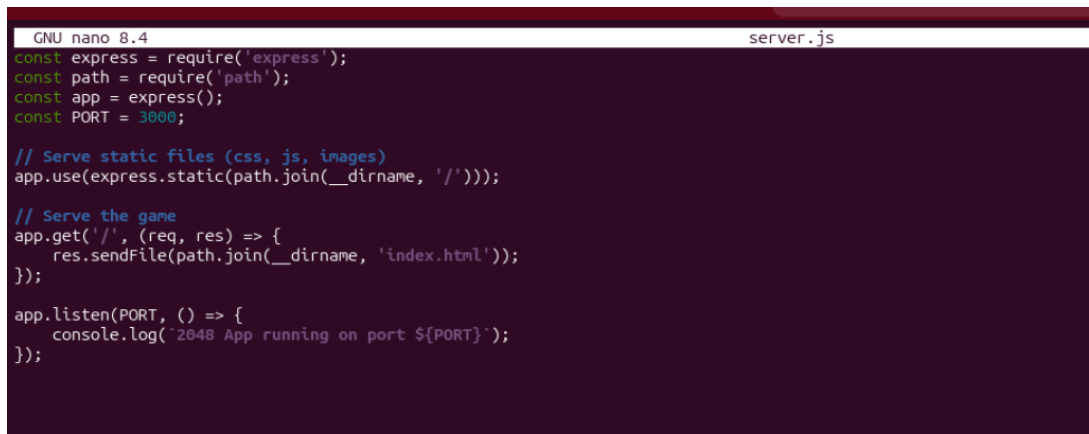
3.1 Choix et Fork de l'Application

Nous avons sélectionné le projet open-source **2048**, disponible sur GitHub. Conformément aux consignes, nous avons "Forké" le projet dans notre espace personnel pour en avoir le contrôle total.

3.2 Transformation en Application Node.js

L'application d'origine étant statique, nous avons créé un serveur web léger avec **Express.js** pour la servir.

Fichier `server.js` créé :



```
GNU nano 8.4 server.js
const express = require('express');
const path = require('path');
const app = express();
const PORT = 3000;

// Serve static files (css, js, images)
app.use(express.static(path.join(__dirname, '/')));

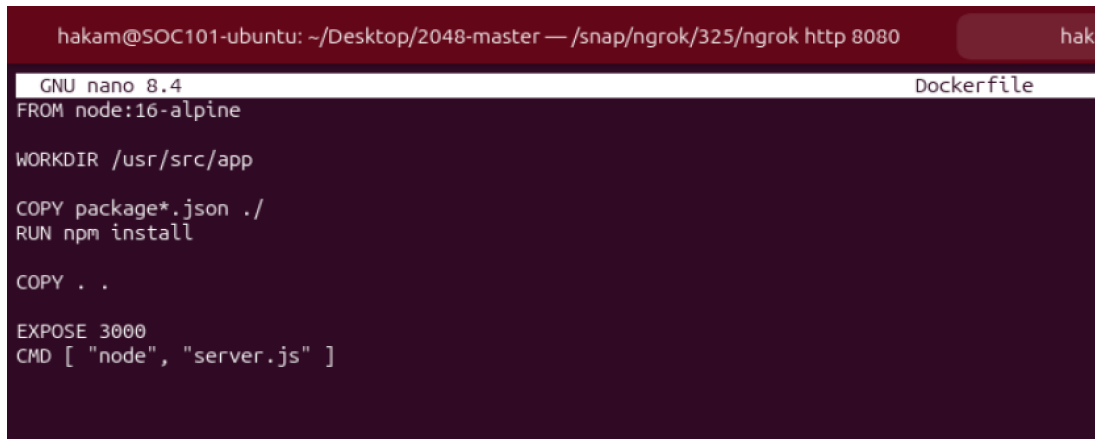
// Serve the game
app.get('/', (req, res) => {
  res.sendFile(path.join(__dirname, 'index.html'));
});

app.listen(PORT, () => {
  console.log(`2048 App running on port ${PORT}`);
});
```

FIGURE 2 – Code du serveur Node.js (Express)

3.3 Conteneurisation (Dockerfile)

Le Dockerfile a été conçu pour être léger et sécurisé, basé sur l'image `node:16-alpine`. Il installe les dépendances et expose le port 3000.

A screenshot of a terminal window with a dark red background. The terminal shows a nano editor editing a file named 'Dockerfile'. The content of the Dockerfile is as follows:

```
GNU nano 8.4 Dockerfile
FROM node:16-alpine

WORKDIR /usr/src/app

COPY package*.json ./
RUN npm install

COPY . .

EXPOSE 3000
CMD [ "node", "server.js" ]
```

The terminal's title bar at the top shows the user 'hakam' on a machine named 'SOC101-ubuntu', with the current directory being '~ / Desktop / 2048-master' and a terminal window titled '/snap/ngrok/325/ngrok http 8080'.

FIGURE 3 – Dockerfile Optimisé pour la production

4 Provisionnement AWS avec Ansible

Le provisionnement de l'infrastructure a été entièrement automatisé via Ansible, garantissant un environnement reproductible.

4.1 Configuration d'Ansible

Nous avons utilisé les collections `community.aws` et `amazon.aws`.

- Installation : `ansible-galaxy collection install community.aws amazon.aws`
- Configuration : Un fichier `ansible.cfg` a été créé pour définir l'inventaire local.

4.2 Structure du Playbook

Conformément aux bonnes pratiques exigées, nous avons structuré le projet Ansible de manière modulaire :

```
ansible/
  playbook.yml      # Point d'entrée
  roles/            # Rôles (common, aws_infra)
  group_vars/       # Variables (région, ami, type instance)
```

4.3 Exécution et Résultats

Le playbook exécute les tâches suivantes :

1. Création du dépôt **ECR** (2048-game-repo).
2. Création du **Security Group** (2048-sg) ouvrant les ports 22 (SSH) et 3000 (App).
3. Lancement de l'instance **EC2** Ubuntu.

```
hakam@SOC101-ubuntu: ~/Desktop/2048-master — /snap/ngrok/325/ngrok http 8080  hakam@
GNU nano 8.4 ansible/playbook.yml
---
- name: Provision AWS Infrastructure for 2048 Game
  hosts: localhost
  connection: local
  gather_facts: false
  vars:
    region: "us-east-1" # <--- UPDATED HERE
    key_name: "devops-key" # Must exist in us-east-1
    instance_type: "t2.micro"
  tasks:
    - name: Create ECR Repository
      community.aws.ecr_repository:
        name: "2048-game-repo"
        region: "{{ region }}"
        state: present
        register: ecr_repo

    - name: Create Security Group
      amazon.aws.ec2_security_group:
        name: "2048-sg"
        description: "Allow SSH and Port 3000"
        region: "{{ region }}"
        rules:
          - proto: tcp
            ports:
              - 22
            cidr_ip: 0.0.0.0/0
          - proto: tcp
            ports:
              - 3000
            cidr_ip: 0.0.0.0/0
        register: security_group

    - name: Find latest Ubuntu 22.04 AMI (Dynamic Search)
      amazon.aws.ec2_ami_info:
        region: "{{ region }}"
        owners: ["099720109477"] # Canonical
        filters:
          name: "ubuntu/images/hvm-ssd/ubuntu-jammy-22.04-and64-server-*"
          root-device-type: "ebs"
          virtualization-type: "hvm"
```

FIGURE 4 – Extrait du Playbook Ansible - Tâches AWS

```

hakam@SOC101-ubuntu: ~/Desktop/2048-master — /snap/ngrok/325/ngrok http 8080
GNU nano 8.4 ansible/playbook.yml
- 22
  cidr_ip: 0.0.0.0/0
- proto: tcp
  ports:
    - 3000
  cidr_ip: 0.0.0.0/0
  register: security_group

- name: Find latest Ubuntu 22.04 AMI (Dynamic Search)
  amazon.aws.ec2_ami_info:
    region: "{{ region }}"
    owners: ["099720109477"] # Canonical
    filters:
      name: "ubuntu/images/hvm-ssd/ubuntu-jammy-22.04-amd64-server-*"
      root-device-type: "ebs"
      virtualization-type: "hvm"
    register: ami_search

- name: Launch EC2 Instance
  amazon.aws.ec2_instance:
    name: "2048-App-Server"
    key_name: "{{ key_name }}"
    instance_type: "{{ instance_type }}"
    # This automatically picks the latest image found above
    image_id: "{{ ami_search.images | sort(attribute='creation_date') | last | json_query('image_id') }}"
    region: "{{ region }}"
    security_group: "2048-sg"
    network:
      assign_public_ip: true
    wait: yes
    tags:
      Environment: Production
    register: ec2

- name: FINAL OUTPUT - SAVE THESE
  debug:
    msg:
      - "-----"
      - "ECR REGISTRY URI: {{ ecr_repo.repository.repositoryUri }}"
      - "EC2 PUBLIC IP: {{ ec2_instances[0].public_ip_address }}"
      - "-----"

```

FIGURE 5 – Suite du Playbook - Gestion des instances

```

hakam@SOC101-ubuntu: ~/formation-aws-cicd/tp-2-6-ansible-ec2-instances$ ansible-playbook site.yml
PLAY [TP 2.6 - Création d'une instance EC2 avec Ansible] *****
TASK [Créer une instance EC2 de démonstration] *****
[WARNING]: Host 'localhost' is using the discovered Python interpreter at '/usr/bin/python3.13', but future installation of another Python interpreter could cause a different interpreter to be discovered. See https://docs.ansible.com/ansible-core/2.19/reference_appendices/interpreter_discovery.html for more information.
changed: [localhost]

TASK [Extraire l'ID et l'adresse IP publique de la première instance créée] *****
ok: [localhost]

TASK [Afficher un résumé des informations de l'instance créée] *****
ok: [localhost] => {
  "msg": "Instance EC2 créée avec l'ID i-06ec2ef9d2db0640d et l'adresse IP publique 54.162.104.191\n"
}

TASK [Récupérer des informations détaillées sur l'instance] *****
ok: [localhost]

TASK [Afficher l'état et le type via ec2_instance_info] *****
ok: [localhost] => {
  "msg": "Etat=pending, Type=t3.micro, IP=54.162.104.191\n"
}

PLAY RECAP *****
localhost                : ok=5  changed=1  unreachable=0  failed=0  skipped=0  rescued=0  ignored=0

hakam@SOC101-ubuntu: ~/formation-aws-cicd/tp-2-6-ansible-ec2-instances$

```

FIGURE 6 – Succès du Provisioning Ansible (Sortie Terminal)

5 Conception du Pipeline Jenkins (CI/CD)

Le pipeline Jenkins automatise le cycle de vie de l'application.

5.1 Préparation de Jenkins

Les plugins suivants ont été installés et configurés :

- **Docker Pipeline** : Pour construire et pousser les images.
- **AWS Credentials** : Pour gérer l'authentification cloud.
- **SSH Agent** : Pour se connecter à l'instance de déploiement.

5.2 Gestion des Secrets

Conformément à la section 10 du cahier des charges ("Gestion des Secrets"), aucun mot de passe n'est stocké dans le code. Nous utilisons le **Jenkins Credentials Store** :

- `aws-standard` : Clés d'accès AWS (Access Key ID / Secret Key).
- `aws-token` : Token de session (Requis pour les comptes AWS Academy).
- `ec2-ssh-key` : Clé privée SSH pour la connexion à l'instance EC2.

5.3 Étapes du Pipeline (Jenkinsfile)

Le pipeline, défini dans le `Jenkinsfile`, suit les 6 étapes recommandées :

1. **Récupération du code** : `checkout scm`.
2. **Installation & Tests** : `npm install` et `npm test`.
3. **Construction Docker** : `docker build`.
4. **Authentification ECR** : Via `aws ecr get-login-password`.
5. **Push vers ECR** : Envoi de l'image taguée.
6. **Déploiement (CD)** : Connexion SSH à l'EC2, arrêt du conteneur actuel, pull de la nouvelle image et redémarrage.

```
hakam@SOC101-ubuntu: ~/Desktop/2048-master — /snap/ngrok/325/ngrok http 8080
```

```
GNU nano 8.4 Jenkinsfile
pipeline {
    agent any

    environment {
        AWS_REGION = 'us-east-1'
        ECR_REGISTRY = '503418758452.dkr.ecr.us-east-1.amazonaws.com'
        ECR_REPO = '2048-game-repo'
        IMAGE_TAG = "${ECR_REGISTRY}/${ECR_REPO}:latest"
        APP_SERVER_IP = '54.243.25.135'
    }

    stages {
        stage('Checkout') {
            steps {
                checkout scm
            }
        }

        stage('Install & Test') {
            steps {
                sh 'npm install'
                sh 'npm test || echo "Tests failed but proceeding"'
            }
        }

        stage('Build Docker Image') {
            steps {
                script {
                    sh 'docker build -t ${IMAGE_TAG} .'
                }
            }
        }

        stage('Push to ECR') {
            steps {
                // For the push, we also need the token if using ASIA keys
                withCredentials([
                    usernamePassword(credentialsId: 'aws-standard', usernameVariable: 'AWS_ACCESS_KEY_ID', passwordVariable: 'AWS_SECRET_ACCESS_KEY'),
                    string(credentialsId: 'aws-token', variable: 'AWS_SESSION_TOKEN')
                ]) {
                    sh """
                        # We export the token locally for the build machine
                    """
                }
            }
        }
    }
}
```

FIGURE 7 – Code du Jenkinsfile - Build et Push

```

sh
# We export the token locally for the build machine
export AWS_SESSION_TOKEN=${AWS_SESSION_TOKEN}
aws ecr get-login-password --region ${AWS_REGION} | docker login --username AWS --password-stdin ${ECR_REGISTRY}
docker push ${IMAGE_TAG}
...
}
}
}
stage('Deploy to EC2') {
  steps {
    withCredentials([
      sshUserPrivateKey(credentialsId: 'ec2-ssh-key', keyFileVariable: 'SSH_KEY_FILE', usernameVariable: 'SSH_USER'),
      usernamePassword(credentialsId: 'aws-standard', usernameVariable: 'AWS_ACCESS_KEY_ID', passwordVariable: 'AWS_SECRET_ACCESS_KEY'),
      string(credentialsId: 'aws-token', variable: 'AWS_SESSION_TOKEN')
    ]) {
      sh
      # We pass the AWS keys AND the TOKEN into the SSH session
      ssh -o StrictHostKeyChecking=no -i ${SSH_KEY_FILE} ubuntu@${APP_SERVER_IP} '
        export AWS_ACCESS_KEY_ID=${AWS_ACCESS_KEY_ID}
        export AWS_SECRET_ACCESS_KEY=${AWS_SECRET_ACCESS_KEY}
        export AWS_SESSION_TOKEN=${AWS_SESSION_TOKEN}
        export AWS_DEFAULT_REGION=${AWS_REGION}

        # Now this command has the Access Key, Secret, AND Token
        aws ecr get-login-password | docker login --username AWS --password-stdin ${ECR_REGISTRY}

        docker pull ${IMAGE_TAG}
        docker stop 2048-gane || true
        docker rm 2048-gane || true
        docker run -d -p 3000:3000 --name 2048-gane ${IMAGE_TAG}
      '
    }
  }
}
}
}
}

```

FIGURE 8 – Code du Jenkinsfile - Déploiement SSH

5.4 Configuration du Webhook GitHub

Pour permettre le déclenchement automatique ("Just the push event"), nous avons configuré un Webhook sur GitHub pointant vers notre Jenkins (exposé via Ngrok pour ce projet).

- **Payload URL** : `https://xxxx.ngrok-free.app/github-webhook/`
- **Content type** : `application/json`

S	W	Name ↓	Last Success	Last Failure	Last Duration
✓	☁	2048-CI-CD	1 min 7 sec #11	22 hr #7	1 min 0 sec ▶

FIGURE 9 – Vue globale du Pipeline Jenkins (Exécution réussie)

6 Vérifications et Validation du Travail

Pour valider le fonctionnement complet de la chaîne, nous avons réalisé un scénario de mise à jour en direct.

6.1 Déploiement Initial

L'application est déployée dans son état d'origine (Fond Beige). L'accès via l'IP publique de l'EC2 sur le port 3000 est fonctionnel.

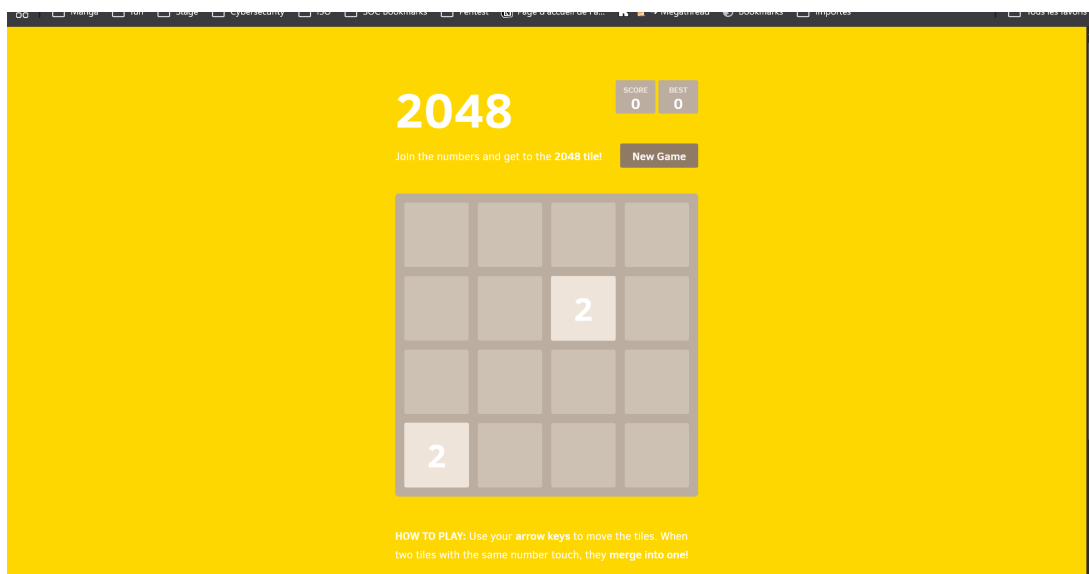


FIGURE 10 – Application avant mise à jour (Version Beige)

6.2 Publication sur ECR

L'image Docker a été correctement construite, taguée et poussée sur le registre privé ECR.

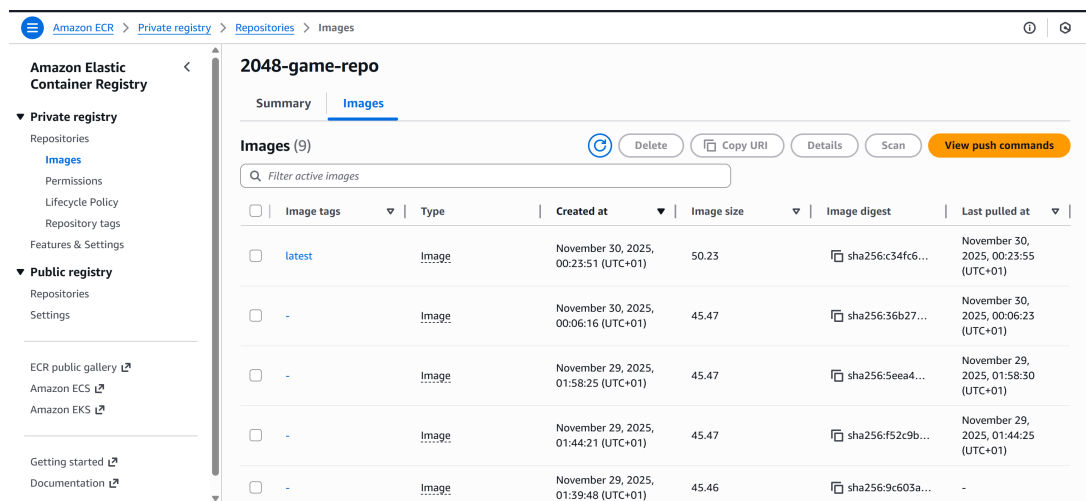


FIGURE 11 – Validation de l'image Docker sur Amazon ECR

6.3 Déploiement via Commit (Le Test "Blue/Gold")

Nous avons modifié le fichier CSS pour changer la couleur de fond en **Bleu Nuit**.

- **Action** : `git commit -m "Update background" puis git push.`
- **Réaction** : Jenkins a détecté le push, lancé le build, et mis à jour le conteneur sur l'EC2.
- **Résultat** : Sans intervention manuelle sur le serveur, l'application a changé de couleur.

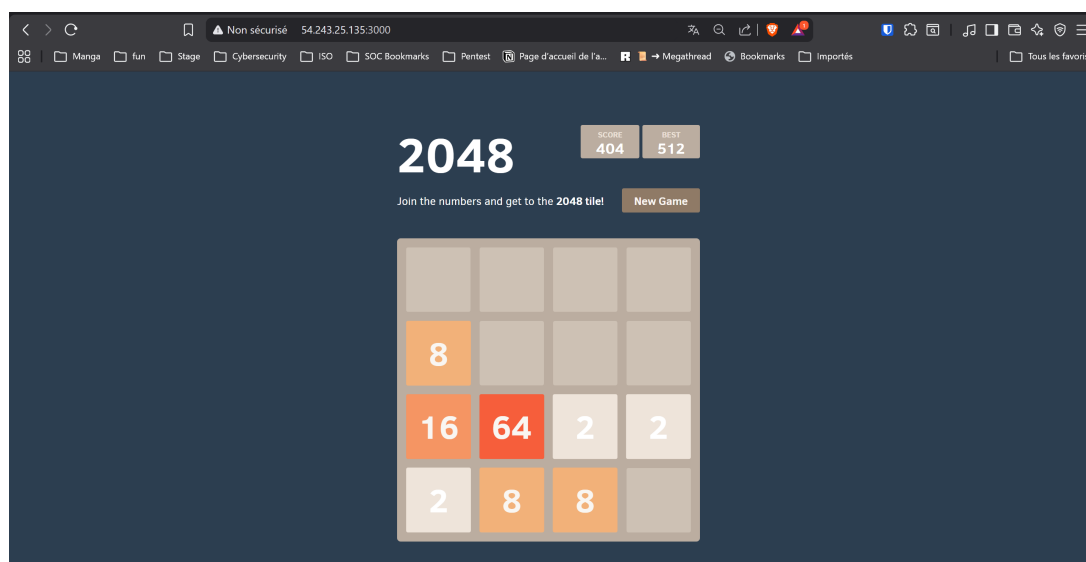


FIGURE 12 – Application mise à jour automatiquement (Version Bleu Nuit)

7 Analyse des Problèmes Rencontrés

7.1 1. Conflit Ansible / Python

Problème Rencontré & Résolution

Problème : Ansible ne parvenait pas à charger la collection `community.aws` en raison d'un conflit de version Python sur l'environnement local.

Solution : Nous avons forcé l'installation locale des collections et utilisé un environnement virtuel Python dédié pour isoler les dépendances `boto3`.

7.2 2. Identifiants AWS Temporaires (ASIA)

Problème Rencontré & Résolution

Problème : Le `docker push` échouait car les comptes AWS Academy utilisent des clés temporaires qui nécessitent un `session_token`.

Solution : Nous avons ajouté une étape dans le Jenkinsfile pour injecter explicitement la variable `AWS_SESSION_TOKEN` lors des commandes AWS CLI.

8 Conclusion

Ce projet final a permis de mettre en pratique l'ensemble des concepts DevOps vus en cours. Nous avons réussi à construire une infrastructure cloud reproductible et un pipeline de déploiement robuste.

Les compétences acquises sont directement applicables en entreprise :

- Maîtrise de l'automatisation via **Ansible**.
- Gestion professionnelle des pipelines **Jenkins**.
- Compréhension profonde de l'écosystème **AWS** et de la conteneurisation.

Le projet est disponible en open-source sur GitHub :

<https://github.com/Akatsuki1995/2048-devops-project>

Le projet est fonctionnel, documenté et prêt pour une évolution future vers des architectures plus complexes (Kubernetes, Terraform).