

# Machine Learning appliqué à l'optimisation des boucles de régulation

*Lien : https://innov-maroc.com/formation/machine-learning-applique-a-loptimisation-des-boucles-de-regulation*

DURÉE
**8 jours (56h)**

RÉFÉRENCE
**IR118**

CATÉGORIE
**IA et Data Science appliquées aux Procédés**

INNOV MAROC

## 🎯 OBJECTIFS DE LA FORMATION

À l'issue de cette formation, vous serez capable de :

- Comprendre les principes fondamentaux de la régulation industrielle et leur interaction avec le Machine Learning.
- Identifier les applications pertinentes de l'IA pour améliorer les performances des boucles de contrôle.
- Collecter, nettoyer et préparer les données issues des systèmes industriels.
- Exploiter les données historiques pour identifier et modéliser le comportement dynamique d'un procédé.
- Construire des modèles de Machine Learning destinés à la prédiction des variables de procédé.
- Détecter automatiquement les dérives et anomalies affectant les capteurs, actionneurs et boucles de régulation.
- Optimiser les paramètres des régulateurs PID à partir de méthodes d'apprentissage automatique.
- Comparer les performances des méthodes classiques de réglage avec les approches basées sur l'IA.
- Comprendre les principes du contrôle prédictif et du MPC assisté par Machine Learning.
- Exploiter l'IA pour les procédés multivariables, non linéaires et fortement couplés.
- Intégrer des modèles ML dans des architectures PLC, DCS, SCADA, Edge et systèmes industriels.
- Développer une approche fiable et sécurisée permettant d'utiliser le Machine Learning pour améliorer la stabilité, la précision, la rapidité, la robustesse et l'efficacité des boucles de régulation industrielles.

INNOV MAROC

## POUR QUI ?

- Ingénieurs automaticiens
- Ingénieurs contrôle-commande
- Ingénieurs instrumentation
- Ingénieurs procédés
- Ingénieurs en génie industriel
- Ingénieurs data et Machine Learning
- Ingénieurs systèmes industriels
- Responsables automatisme et contrôle-commande
- Responsables instrumentation
- Responsables maintenance et fiabilité
- Responsables digitalisation et Industrie 4.0
- Techniciens supérieurs en automatisme et instrumentation
- Programmeurs PLC, DCS et SCADA
- Data Scientists travaillant sur des applications industrielles
- Chefs de projets IA, Digitalisation et Smart Manufacturing
- Intégrateurs de systèmes d'automatisation industrielle
- Bureaux d'études et sociétés d'ingénierie
- Industries pétrolières, gazières, chimiques, pétrochimiques, énergétiques, minières, agroalimentaires et manufacturières
- Toute personne impliquée dans la conception, le réglage, l'exploitation, l'optimisation ou la maintenance des systèmes de contrôle-commande souhaitant intégrer le Machine Learning dans les applications de régulation industrielle.

INNOV MAROC



## Programme détaillé

### 1 / FONDAMENTAUX DE LA RÉGULATION INDUSTRIELLE

- Principes des boucles de régulation
- Régulateurs P, PI et PID
- Consigne, mesure, erreur, action de commande et perturbations

### 2 / IDENTIFICATION DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS

- Modèles dynamiques des procédés
- Réponses indicielle et fréquentielle
- Identification à partir des données historiques et expérimentales

### 3 / DONNÉES INDUSTRIELLES POUR LE MACHINE LEARNING

- Acquisition et préparation des données
- Nettoyage, filtrage et traitement des valeurs aberrantes
- Sélection et construction des variables pertinentes

### 4 / MACHINE LEARNING SUPERVISÉ POUR LA PRÉDICTION

- Régression linéaire et non linéaire
- Arbres de décision, Random Forest et méthodes d'ensemble
- Réseaux de neurones appliqués à la modélisation des procédés

INNOV MAROC

## 5 / DÉTECTION DES ANOMALIES ET DÉRIVES

- Identification des comportements anormaux
- Détection des dérives des capteurs et actionneurs
- Classification des états de fonctionnement du procédé

## 6 / OPTIMISATION DES PARAMÈTRES PID

- Limites du réglage PID traditionnel
- Optimisation automatique des paramètres Kp, Ki et Kd
- Comparaison des performances avant et après optimisation

## 7 / MACHINE LEARNING ET CONTRÔLE PRÉDICTIF

- Modèles prédictifs appliqués au contrôle
- Anticipation des perturbations
- Introduction au Model Predictive Control (MPC) assisté par IA

## 8 / RÉGULATION MULTIVARIABLE ET PROCÉDÉS COMPLEXES

- Interactions entre plusieurs boucles
- Découplage et optimisation multivariable
- Applications aux procédés non linéaires et fortement couplés

## 9 / IA POUR L'OPTIMISATION EN TEMPS RÉEL

- Exploitation des données temps réel
- Adaptation dynamique des paramètres de régulation
- Architecture Edge/Cloud pour les applications industrielles d'IA

## 10 / ROBUSTESSE, SÉCURITÉ ET VALIDATION DES MODÈLES

- Surapprentissage et généralisation
- Validation des performances des modèles

INNOV MAROC

- Contraintes de sécurité et limites d'utilisation de l'IA dans les systèmes industriels

### 11 / INTÉGRATION DANS LES SYSTÈMES DE CONTRÔLE

- Connexion des modèles ML aux PLC, DCS et SCADA
- OPC UA, MQTT et architectures de données industrielles
- Supervision des performances des modèles et des boucles

### 12 / ATELIER PRATIQUE : OPTIMISATION INTELLIGENTE D'UNE BOUCLE PID

- Analyse des données historiques d'une boucle industrielle
- Construction d'un modèle ML et identification des dérives
- Optimisation des paramètres de régulation et comparaison des performances
- Élaboration d'une stratégie intégrant IA, contrôle-commande, supervision et maintenance prédictive

## Approche pédagogique

- Support Ecrit et Projection
- Exposés Interactifs, Podcasts et Vidéos
- Brainstorming et Jeux de Rôle
- Mises en Situation pour faciliter l'assimilation
- Cas Pratiques et Labs inclus pour leur impact opérationnel
- Test de Validation des Acquis des Connaissances

INNOV MAROC

## Prochaines dates programmées

| | |
|---|---|
| 15 au 24 Fév. 2027 | Présentiel - Casablanca |
| 12 au 21 Avr. 2027 | Présentiel - Casablanca |
| 07 au 16 Juin 2027 | Présentiel - Casablanca |
| 02 au 11 Août 2027 | Présentiel - Casablanca |
| 27 Sep. au 06 Oct. 2027 | Présentiel - Casablanca |

Autres dates possibles sur demande. Contactez-nous pour organiser une session intra-entreprise.

## Réservation & Renseignements

**Téléphone :** +212 522 247 210
**Email :** contact@innov-maroc.com
**Web :** https//www.innov-maroc.com


INNOV MAROC — Tous droits réservés

INNOV MAROC