



# MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

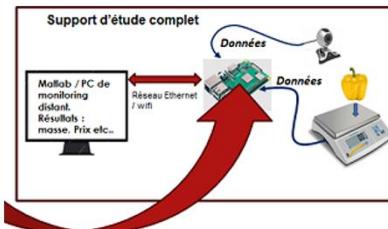
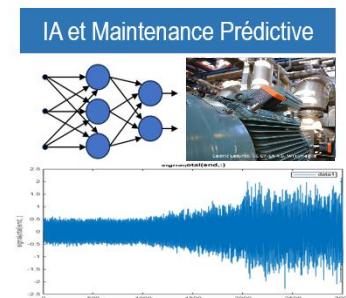
Liberté  
Égalité  
Fraternité



N°12

Janvier 2026

Cette édition n°12 de la lettre ÉduNum STI met en lumière les usages du numérique et de l'intelligence artificielle dans le traitement industriel des systèmes. À l'occasion de l'Année de l'ingénierie, elle propose un retour sur les travaux académiques mutualisés (TraAM) en STI qui explorent ces thématiques, en les appliquant aux processus et à la gestion de la production. L'Internet des objets (IoT ou IdO en français) dans le contexte de l'industrie 4.0, ainsi que les approches d'IA telles que le *deep learning* et le *machine learning*, y sont présentés au travers d'applications concrètes, aussi bien en pré-bac que dans plusieurs BTS industriels.



# Sommaire

ACTUALITÉS	3
L'Année de l'ingénierie 2025 - 2026	3
PRATIQUES PÉDAGOGIQUES NUMÉRIQUES	4
L'Internet des objets (IdO) dans la maintenance industrielle (TraAM Poitiers)	4
SE FORMER	6
La programmation des cibles micro-programmées (TraAM Orléans-Tours)	6
USAGES ET EXPÉRIMENTATIONS	9
L'IA et le <i>deep learning</i> dans la reconnaissance des objets (TraAM Bordeaux)	9
POUR ALLER PLUS LOIN	11
La prédiction dans l'intelligence artificielle industrielle - Le <i>machine learning</i>	11

# ACTUALITÉS

## L'Année de l'ingénierie : une opportunité pour les enseignants et les élèves des filières STI

[L'Année de l'ingénierie 2025-2026](#) est une initiative nationale destinée à rapprocher l'enseignement, la recherche et le monde professionnel afin de révéler aux jeunes la richesse des sciences de l'ingénierie et leurs applications concrètes. Pour les professeurs et les élèves des filières STI, elle constitue un levier majeur pour renouveler les pratiques pédagogiques, renforcer l'orientation et valoriser les métiers techniques et scientifiques.

### Cette opération poursuit plusieurs objectifs :

- créer des liens durables entre la recherche et l'enseignement afin de former les générations futures ;
- montrer la diversité des métiers et encourager les jeunes à s'y orienter, en particulier les collégiennes, lycéennes et les élèves issus de milieux éloignés de la culture scientifique ;
- accompagner les enseignants dans l'actualisation de leurs connaissances en sciences de l'ingénierie ;
- favoriser les rencontres entre le public et les acteurs de la recherche, de l'innovation et du développement technologique.

### Un levier pour l'orientation des élèves : découvrir les métiers et formations

L'opération met l'accent sur la pluralité des parcours : du CAP au doctorat, en passant par les lycées professionnels, les classes technologiques et les écoles d'ingénieurs. Elle permet aux élèves de découvrir des métiers de technicien·ne, ingénieur·e, chercheur·se dans des domaines variés tels que l'énergie, l'environnement, le bâtiment, la mobilité, la construction mécanique, le numérique, la robotique... L'intérêt est de nourrir les vocations, mais aussi diversifier les profils, éviter les idées reçues et encourager l'égalité des chances, notamment en incitant davantage de filles à envisager des carrières techniques et scientifiques. L'un des objectifs est aussi de déconstruire certains stéréotypes liés aux sciences et aux métiers techniques, et de promouvoir une plus grande mixité. Grâce aux témoignages, aux rencontres avec des professionnels, aux parcours variés présentés, les élèves peuvent s'identifier à des modèles divers et mieux appréhender les possibles trajectoires scolaires et professionnelles.

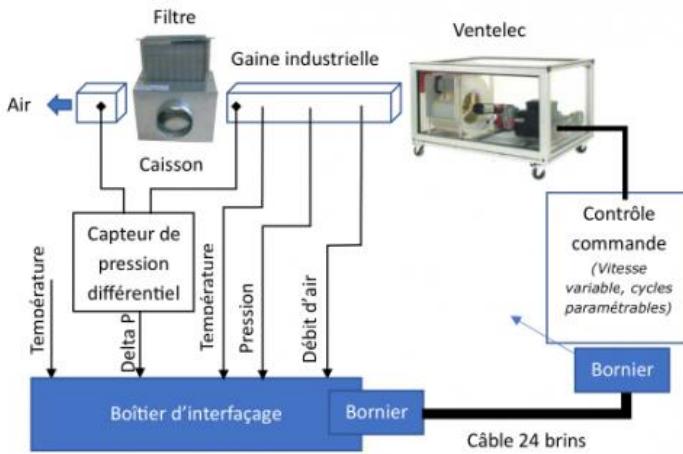
# PRATIQUES PÉDAGOGIQUES

## NUMÉRIQUES

### L'Internet des objets (IdO) dans la maintenance industrielle

#### Mise en œuvre d'un capteur IdO dans un contexte industriel simulé

Dans le cadre des travaux académiques mutualisés (TraAM) STI 2023-2024, l'académie de Poitiers propose une ressource pédagogique complète consacrée à la maintenance prédictive appliquée à un système de ventilation instrumenté par l'Internet des Objets.



Cette séquence s'inscrit dans une démarche visant à exploiter les données en temps réel pour anticiper les pannes et optimiser la disponibilité des équipements industriels.

## Présentation du système d'étude

Le dispositif pédagogique se compose des éléments suivants :

- une gaine de ventilation instrumentée pour les mesures aérauliques ;

- un transmetteur [Modbus](#) assurant le conditionnement et la transmission des données ;
- un *broker* [MQTT](#) publant les données sur le réseau ;
- une plateforme IdO locale pour la collecte et la visualisation ;
- un jumeau numérique exploitant les données collectées pour prédire les défaillances.

Un schéma synoptique (ci-dessus) illustrant la chaîne complète de mesure, de communication et d'analyse est présenté dans le document.

## Objectifs pédagogiques et mise en situation

L'activité place l'étudiant ou l'apprenti en situation de technicien en recherche et développement. Il doit intégrer un capteur de pression différentielle permettant de surveiller l'encrassement d'un filtre à air. Les données recueillies sont transmises à un serveur distant pour visualisation et exploitation au sein de la plateforme IdO.

## Tâches proposées aux apprenants

La séquence couvre l'ensemble de la chaîne technologique :

- sélection d'une référence matérielle de capteur ;
- élaboration et réalisation du schéma de raccordement ;
- vérification de l'acquisition des données de pression différentielle ;
- configuration des paramètres de communication Modbus/MQTT ;
- transmission des données vers la plateforme IdO dédiée ;
- création d'un tableau de bord de visualisation.

## Ressources associées

La ressource est accompagnée de trois documents techniques :

- une activité détaillée de mise en place du capteur (PDF et Word) ;
- un guide de paramétrage Modbus/MQTT ;
- une documentation technique constructeur du capteur ;
- des photographies du matériel.

## Publics et domaines concernés

Ce dispositif est particulièrement adapté pour les formations de BTS industriels (Électrotechnique, CIRA, Maintenance des Systèmes, ...). Il permet d'aborder des compétences clés en Ido industriel, supervision, communication de données et maintenance prédictive. Les équipes pédagogiques sont invitées à consulter et à utiliser cette ressource pour enrichir leurs enseignements et proposer des activités professionnalisantes en phase avec les évolutions des systèmes industriels connectés.

# SE FORMER //

## La programmation des cibles micro-programmées

Dans le cadre des travaux académiques mutualisés (TraAM) 2024-2025, l'académie d'Orléans-Tours met à disposition une ressource pédagogique complète dédiée à l'usage du langage Python dans les filières des sciences et techniques industrielles. Ce travail, conduit par un groupe d'enseignants de sciences industrielles de l'ingénieur (SII) intervenant en lycée général et technologique, vise à favoriser une pratique cohérente et progressive de Python, en s'appuyant sur des modules de prototypage.



### Présentation du projet académique

Le projet explore trois axes principaux :

- la programmation de drones commerciaux en Python dans le cadre d'activités de découverte en classe de seconde ;
- la programmation de microcontrôleurs BBC micro:bit en seconde SI-CIT, au sein de l'ENT et la plateforme Capytale ;
- la réalisation d'un mini-projet en STI2D, combinant modélisation 3D et pilotage d'un dispositif mécanique programmé en Python.

Ces approches permettent de capitaliser sur les acquis en Python développés dans d'autres disciplines (mathématiques, sciences physiques) tout en renforçant la culture numérique des élèves.

### Contenu des ressources pédagogiques

#### Programmation de drones en Python

Quatre activités progressives permettent aux élèves de :

- comprendre le fonctionnement d'un drone (cinématique, sécurité, stabilisation) ;
- piloter un [drone Tello](#) en Scratch ;
- programmer les déplacements en Python (décollage, mouvements de base, trajectoires).

Ces activités sont destinées aux options de seconde (SI, CIT) mais peuvent également être utilisées en STI2D ou en spécialité SII. Un dossier d’accompagnement est prévu pour les enseignants afin de faciliter l’installation et la mise en œuvre du matériel.

Les ressources du dossier *2-drones.zip* incluent :

- fiches d’activités élèves ;
- scripts Python commentés ;
- documentation technique du drone ;
- exemples de scénarios pédagogiques.

## **Programmation des cartes micro:bit avec Python**

Neuf activités, utilisables en seconde SI-CIT, permettent une prise en main complète de la carte micro:bit :

- gestion de la matrice LED ;
- affichage sur écran LCD externe ;
- utilisation des variables, capteurs internes et boutons ;
- communication radio entre cartes ;
- mesure de distance (ultrasons), potentiomètre ;
- pilotage du [robot Maqueen](#) ;
- pilotage d'un servomoteur.

Ces activités sont disponibles via l’ENT grâce à Capytale (solutions, corrections et ressources enseignant incluses). Le dossier *1-microbitpython.zip* fournit tous les supports : codes Python, fiches d’activités, ressources techniques et exemples de mise en œuvre. Cette séquence s’inscrit également dans la liaison collège-lycée, notamment via la participation au concours *Yes We Code*.

## **Réalisation d'un mini-projet en STI2D : *slider* de caméra programmable**

Cette ressource met à disposition l’intégralité du dossier technique d’un projet de type « *slider* de caméra », combinant :

- étude de l’existant et analyse du marché ;
- cahier des charges ;
- modélisation 3D (SolidWorks) ;
- programmation Python du déplacement de l’axe ;
- tests, validations et présentation finale.

Le bilan académique insiste sur l’intérêt pédagogique du passage d’un langage par blocs (Scratch, MakeCode) à un langage textuel structuré comme Python. L’usage de matériels physiques (micro:bit, drones, systèmes programmables) permet de rendre visibles les effets du code, facilitant la motivation et la compréhension des élèves.

## **Ressources institutionnelles mobilisées**

La mise en œuvre des séquences s’appuie sur plusieurs outils académiques :

- ENT / Capytale ;
- Éléa ;
- Nuage (Apps.education.fr).

## Publics et usages pédagogiques

Ces ressources sont adaptées pour :

- les enseignements optionnels de seconde (SI, CIT) ;
- l'enseignement SNT (informatique embarquée et objets connectés) ;
- les enseignements de spécialité SII ;
- les parcours STI2D ;
- tout enseignant souhaitant introduire Python au sein des dispositifs concrets et engageants.

Elles permettent notamment de travailler :

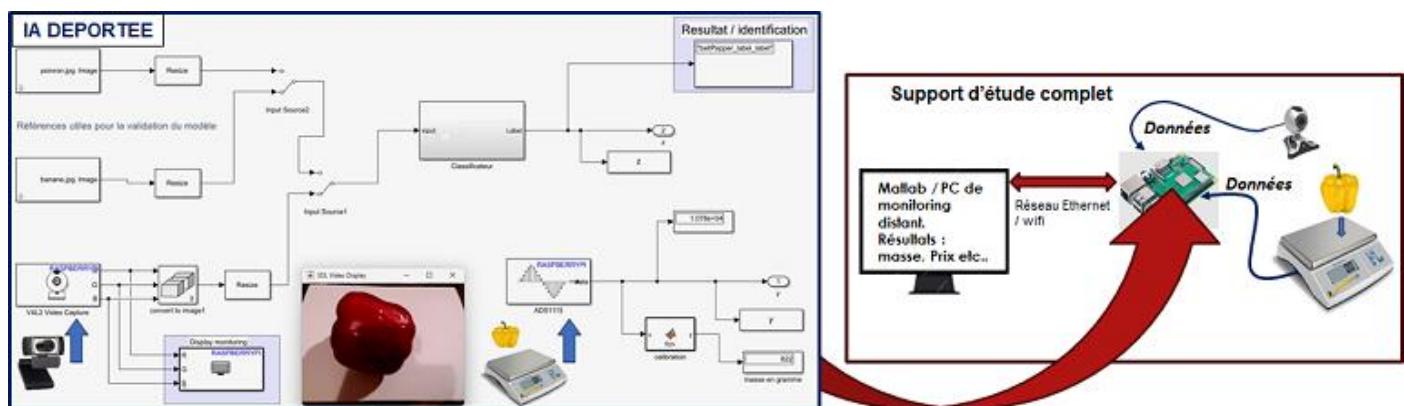
- l'algorithme appliquée ;
- la prise en main d'environnements réels programmables ;
- la culture de l'ingénierie numérique ;
- la démarche projet.

# USAGES ET EXPÉRIMENTATIONS //

## L'IA et le *deep learning* dans la reconnaissance des objets

### Former les enseignants aux usages concrets de l'IA et du *deep learning* par la pratique

Dans le cadre des travaux académiques mutualisés (TraAM) 2024-2025, l'académie de Bordeaux met à disposition une [ressource pédagogique complète](#) dédiée à l'intégration de l'intelligence artificielle dans les enseignements de sciences et techniques industrielles (STI). Elle s'appuie sur un projet concret et motivant : la réalisation d'une balance automatique capable d'identifier des fruits et légumes grâce à un classificateur d'images entraîné en *deep learning* et déployé sur une carte Raspberry Pi associée à une caméra et une balance numérique.



## Structure de la ressource

La ressource comprend deux séquences complémentaires :

## Séquence 1 – Formation des enseignants

Cette séquence permet aux professeurs de se former à la création d'un modèle de classification d'images et à son déploiement matériel. Elle guide pas à pas l'adaptation d'un réseau pré-entraîné SqueezeNet, l'entraînement du classificateur avec l'outil Deep Network Designer, puis son intégration dans un système complet fonctionnant sur Raspberry Pi (acquisition d'images, conversion analogique/numérique, déploiement sous Simulink). Les enseignants découvrent ainsi un exemple opérationnel d'IA déportée pouvant être utilisé avec les élèves.

## Séquence 2 – Travaux pratiques pour les élèves

Cette séquence propose la création d'un classificateur d'images adapté au niveau des élèves. Les activités couvrent la collecte de données (prise de vue ou images libres), leur préparation, la construction d'un réseau simple dans Deep Network Designer, son entraînement et l'analyse des performances obtenues. Les élèves testent leur modèle à partir de leurs propres images. Cette séquence mobilise plusieurs compétences du CRCN, notamment le traitement des données, la création multimédia et la programmation.

## Intérêt pour les pratiques enseignantes

Ce dispositif constitue un support structurant pour aborder l'intelligence artificielle industrielle prédictive (*deep learning*) de manière concrète, progressive et contextualisée. Il offre aux enseignants une formation opérationnelle, tout en mettant à disposition un système fonctionnel directement transférable en classe. Les élèves, de leur côté, développent des compétences numériques essentielles et opèrent une application authentique de l'IA.

## Accès aux ressources

L'ensemble des documents, scénarios pédagogiques, fichiers sources, modèles MATLAB et Simulink, annexes techniques et grilles d'évaluation est accessible depuis la [page dédiée des TraAM STI](#).

## POUR ALLER PLUS LOIN //

### Une IA en *machine learning* pour la maintenance prédictive industrielle

Les références à la mise en œuvre de l'IA dans les programmes STI se trouvent distinctement et explicitement nommées en pré-bac dans les référentiels des sciences de l'ingénieur (SI) et en post-bac en classes préparatoires aux grandes écoles dans les spécialités TSI (technologie et sciences industrielles), PTSI (physique, technologie et sciences de l'ingénieur).

- En CPGE TSI : [Référentiel CPGE TSI](#)

Les compétences font appel à l'analyse des principes d'intelligence artificielle, aux choix d'une démarche de résolution d'un problème d'ingénierie numérique, et de résolution de problèmes en utilisant une solution d'IA. Les connaissances associées sont liées à l'apprentissage supervisé, aux algorithmes classiques de types « K plus proches voisins », régression linéaire monovariable, aux paramètres de classification et des phases d'inférence.

- En CPGE PTSI : [Référentiel CPGE PTSI](#)

### Annexe 3 : programmes de sciences industrielles de l'ingénieur

On retrouve les mêmes items qu'en CPGE TSI avec un approfondissement concernant les connaissances associées à l'apprentissage supervisé et non supervisé, le modèle linéaire monovariable et multivariable, les réseaux de neurones (couches d'entrée, cachées et de sortie, neurones, biais, poids et fonction d'activation).

- En pré-bac, en sciences de l'ingénieur : la compétence ciblée est « Analyser le traitement de l'information », qui mobilise des notions sur les algorithmes, les programmes, les langages informatiques, ainsi que sur l'intelligence artificielle. Cette dernière est abordée de manière simplifiée (*machine learning*, moteur d'inférence) à travers la relation entrées/sorties, sans entrer dans les détails mathématiques. Elle est abordée sous la forme d'activités dirigées de simulation.

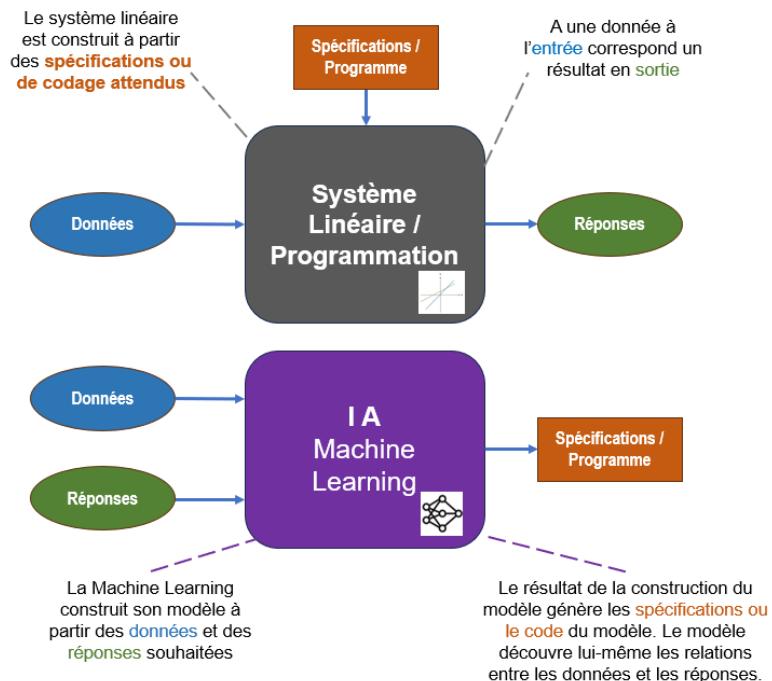
☞ Présentation de la mise en œuvre de l'IA dans le programme des sciences de l'ingénieur ([Séminaire « Les enjeux de la rénovation de la spécialité sciences de l'ingénieur dans la voie générale du lycée](#))

De manière générale, l'intelligence artificielle, dans les autres filières STI intégrant des activités de conception et de développement de programmes informatiques, peut être vue comme la mise en œuvre d'algorithmes justifiant le codage de fonctions de traitement de données, le plus souvent de signaux provenant de capteurs d'une chaîne d'information. Ceci peut être le cas en STI2D ou en BTS CIEL. Dans ces cas, l'IA est vue comme la mise en œuvre d'algorithmes de *machine learning* ou de *deep learning*. En sciences de l'ingénieur, l'élaboration complète d'une intelligence artificielle, le plus souvent sous la forme d'un apprentissage automatique (*machine learning*), s'effectue à l'aide de logiciels de simulation multiphysique tels que MATLAB/Simulink. Dans ce cadre, toutes les étapes de conception de l'IA sont maîtrisées, ce qui permet de contrôler les biais, de corriger les défauts et de mieux cerner les limites d'utilisation. La simulation numérique constitue un outil pédagogique essentiel en sciences de l'ingénieur. Elle facilite la conception, le développement et l'implémentation d'IA, en offrant un environnement adapté à l'expérimentation et à l'apprentissage.

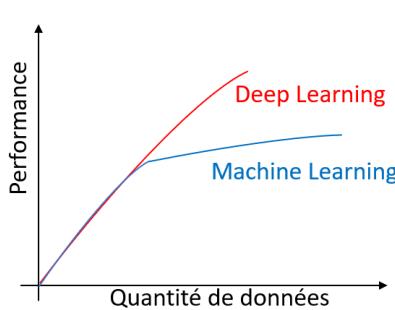
## Des approches de construction à distinguer

Dans un système linéaire classique, ou dans un programme informatique traditionnel, le fonctionnement repose entièrement sur un ensemble de spécifications définies à l'avance. L'enseignant ou le développeur décrit précisément, sous forme de règles ou de lignes de code, la manière dont le système doit transformer une donnée d'entrée en un résultat de sortie. Le comportement du programme est donc prévisible et déterminé par la logique écrite manuellement : aucune nouvelle règle n'est apprise automatiquement.

À l'inverse, une IA prédictive, fondée sur le *machine learning*, ne reçoit pas un code préétabli élaborant la solution. Ce sont au contraire les données d'entrée et les réponses attendues (étiquettes, valeurs cibles, exemples annotés) qui permettent de construire automatiquement le modèle. L'algorithme apprend par optimisation statistique les relations qui relient les données aux résultats souhaités ; il génère ainsi ses propres « spécifications internes ». L'utilisateur ne programme donc pas la solution, mais fournit des exemples à partir desquels le modèle découvre lui-même les règles pertinentes.



De manière schématique, les algorithmes de *machine learning* (régressions, forêts aléatoires, SVM, etc.) sont adaptés à des contextes où la quantité de données reste limitée, comme le traitement de signaux ou l'analyse de mesures physiques. Ils nécessitent relativement peu de puissance de calcul et peuvent être entraînés rapidement.



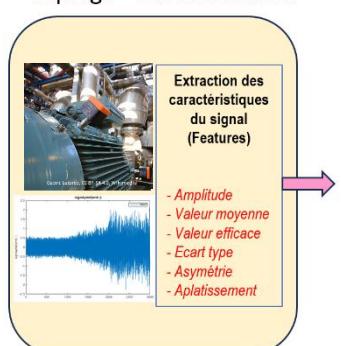
Le *deep learning* qui repose sur des réseaux de neurones profonds, est conçu pour traiter des volumes de données beaucoup plus importants. Il excelle dans les tâches complexes telles que la reconnaissance d'images, la vision par ordinateur ou l'analyse de vidéos. Toutefois, cette performance accrue exige une capacité de calcul et de mémoire nettement plus élevée, car les modèles contiennent des millions, voire des milliards de paramètres à optimiser.

En résumé, le passage d'un système linéaire programmé à une IA prédictive correspond à un changement de paradigme : on ne programme plus les règles, on entraîne un modèle à les découvrir. Et selon la nature des données, peu nombreuses et structurées, ou massives et complexes, on privilégiera respectivement le *machine learning* ou le *deep learning*.

## IA de prédition - Maintenance prédictive des machines industrielles

Le captage du signal de vibration issu d'une machine tournante permet de prédire l'état du système en fonction de trois classes de fonctionnement (nominal, fatigue, anormal). Dans la conception d'une IA en *machine learning*, la première étape est d'assigner des caractéristiques (*features*) au signal permettant de représenter le signal à travers ces caractéristiques (ici l'amplitude, la valeur moyenne, la valeur efficace, l'écart type, l'asymétrie du signal, etc.).

Captage - Caractérisation



La deuxième étape est d'assigner un label en fonction des valeurs critiques des *features* correspondant à l'état du système à surveiller (fonctionnement nominal, fatigue ou anormal). C'est la labellisation dans l'IA supervisée. Vient ensuite le choix du modèle de prédiction qui n'est autre qu'un algorithme permettant la classification ou le regroupement des labels. Dans le *Classification Learner* de MATLAB, une multitude d'algorithmes permet de faire le meilleur choix en fonction des résultats de la matrice de confusion. Des itérations sont nécessaires pour obtenir une validation optimale.

Enfin, lorsque les résultats sont jugés satisfaisants, une simulation dans Simulink permet d'analyser le

comportement du modèle à

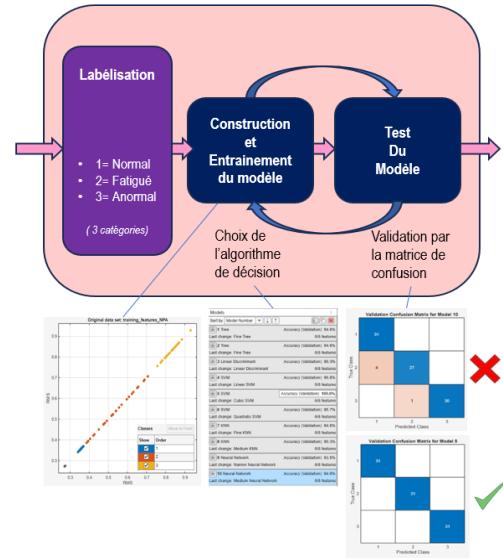
un stimuli d'entrée. L'environnement permet de déterminer l'occupation mémoire du modèle entraîné, et de choisir la cible micro-programmée en fonction de sa capacité mémoire. Ce modèle déployable sur cible réelle s'appelle le modèle d'inférence, c'est-à-dire une version compacte du modèle, optimisée pour fonctionner en temps réel.

De plus, le modèle d'inférence peut être déployé sur des modules électroniques couramment utilisés en prototypage rapide, tels que les cartes micro:bit, Arduino, ESP32 ou encore les Raspberry Pi. Ces plateformes offrent un environnement accessible pour tester le fonctionnement du modèle embarqué tout en tenant compte des contraintes de calcul et de mémoire propres à chaque cible.

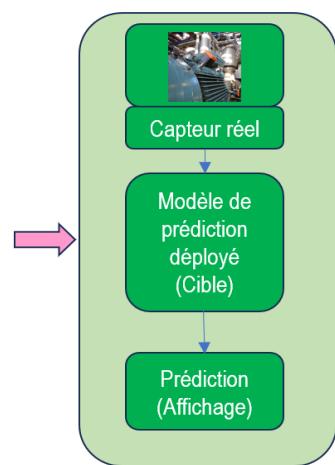
Il est essentiel de rappeler qu'une telle conception reste un modèle statistique non déterministe, sujet à des erreurs de classification, et qu'il ne peut produire des résultats fiables que si les données reçues sont du même type que celles utilisées lors de l'entraînement. Toute variation significative dans la nature des signaux d'entrée peut entraîner une dégradation des performances. Une évaluation régulière et une éventuelle réactualisation du modèle sont donc nécessaires pour maintenir sa pertinence en environnement industriel.

L'ensemble du processus, de l'acquisition des signaux jusqu'au déploiement, peut être réalisé dans un environnement intégré de type MATLAB/Simulink. Cet espace permet de centraliser la collecte des données, la caractérisation du signal, la labellisation des données, le choix de l'algorithme de prédiction avec le *Classification Learner*, l'entraînement du modèle, la validation des résultats statistiques au sein de la matrice de confusion, la simulation comportementale du modèle entraîné et le déploiement du modèle d'inférence dans une cible compatible offrant un espace mémoire suffisant.

#### Labéllisation – Entrainement Modèle



#### Phase d'inférence



**Lettre ÉduNum proposée par la direction du numérique pour l'éducation  
Bureau de l'accompagnement des usages et de l'expérience utilisateur (DNE-TN3)**

 [Contact courriel](#)

Vous recevez cette lettre car vous êtes abonné à la lettre ÉduNum STI

Souhaitez-vous continuer à recevoir la lettre ÉduNum STI ?

[Abonnement / Désabonnement](#)

À tout moment, vous disposez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données qui vous concernent (articles 15 et suivants du RGPD).

Pour consulter nos mentions légales, [cliquez ici](#)