



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



## LABORATOIRE POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE POUR LES INSTITUTS TECHNIQUES



Avec ce laboratoire **20** étudiants peuvent travailler simultanément [**3** sur le hardware et jusqu'à **17** sur des ordinateurs (non inclus)]. Les enseignants peuvent réaliser plus de **20** expériences.

A qui s'adresse-t-il ?  
Étudiants et enseignants dans les domaines suivants :  
- Programmation et logique algorithmique  
- Électronique et systèmes embarqués  
- L'informatique  
- Intelligence artificielle et Machine Learning  
- Systèmes intelligents et IoT

## DL AI-BASE & DL AI-BASESW

### DESCRIPTION

Le laboratoire didactique **DL AI-BASE** est une plateforme d'introduction conçue pour l'enseignement technique et professionnel. Il offre une approche pratique et accessible des fondamentaux de l'**Intelligence Artificielle** et de l'Internet des objets. Grâce à des équipements et logiciels intégrés, les étudiants peuvent explorer des scénarios réels tout en développant des compétences de base en résolution de problèmes basée sur l'IA. Ce laboratoire constitue une base solide pour les études futures dans les technologies émergentes.

Systèmes embarqués

Internet des objets (IoT)

Capteurs et acquisition de données

Actionneurs et contrôle de mouvement

Intelligence Artificielle appliquée

Programmation et développement d'applications

Le laboratoire **DL AI-BASE** est principalement composé d'un système avec des modules HW et d'un **Serveur** sur lequel sont installés tous les logiciels liés à l'IA. **Trois** étudiants peuvent y travailler et réaliser toutes les expériences et les objectifs de formation proposés à l'aide des logiciels fournis, listés à la fin de ce catalogue dans les sections "**APPLICATIONS LOGICIELLES**" et "**OBJECTIFS DE LA FORMATION**". Les trois étudiants travaillant sur le HW doivent également disposer de leur propre ordinateur.



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



Ce laboratoire permet également d'augmenter le nombre d'étudiants, jusqu'à **17** (soit **20** étudiants au total), pour travailler **simultanément** (avec accès au serveur depuis leurs propres ordinateurs) en fournissant une seule licence à chacun. Cette licence supplémentaire (si nécessaire) porte le code **DL AI-BASESW**. Veuillez consulter les autres configurations suggérées à la fin de ce catalogue.

## APPROCHE PÉDAGOGIQUE

Dans le laboratoire didactique pour le développement de solutions d'intelligence artificielle, l'approche de l'apprentissage basé sur les défis (CBL) se concentre sur la fourniture aux étudiants de défis pratiques et réels qui leur permettent d'appliquer les connaissances théoriques dans des situations concrètes. Plutôt que de présenter l'information de manière passive, cette approche engage les étudiants dans la résolution de problèmes et la création de solutions innovantes.

Les étudiants sont confrontés à des défis qui simulent des problèmes industriels réels, tels que l'optimisation des processus, la détection d'anomalies ou l'amélioration de l'efficacité. En utilisant le matériel et les logiciels disponibles dans le laboratoire, ainsi que des outils d'intelligence artificielle, les étudiants travaillent en équipe pour développer des solutions pratiques qui répondent à ces défis.

## CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

- **Multidisciplinaire** : utile pour l'étude du développement de logiciels, de l'intelligence artificielle.
- **Économique** : en impliquant différentes disciplines, le coût du produit peut être réparti entre différents départements.
- **Ouvert** : fournit l'architecture nécessaire à la mise en œuvre de solutions standard et nouvelles, permettant au produit d'être utilisé dans le cadre d'activités professionnelles et de recherche.
- **État de l'art** : Le produit offre une vue descriptive de l'architecture logicielle pour le *développement à l'aide de l'intelligence artificielle*.

## LES PRINCIPAUX CONCEPTS DIDACTIQUES

- Programmation de systèmes embarqués.
- Concepts de base de l'IA, Apprentissage machine (Machine Learning).
- Capteurs et actionneurs comme sources de données.
- Traitement et analyse des données.
- Programmation et outils d'IA.
- Applications industrielles.
- Conception de systèmes IoT.

## DÉFIS INDUSTRIELS SIMULÉS

- Gestion de l'éclairage, Contrôle de la qualité.
- Automatisation des processus, Détection.
- Maintenance prédictive.
- Surveillance des conditions.
- Optimisation et capteurs IoT.



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

## À QUI S'ADRESSE-T-IL?

### Écoles et instituts techniques (pour valider la théorie et tester les concepts) :

- Programmation et logique algorithmique.
- Électronique et systèmes embarqués.
- Informatique.
- Intelligence artificielle et apprentissage machine (Machine Learning).
- Systèmes intelligents et IoT.

## INTRODUCTION À L'AUTOMATISATION 4.0 ET À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

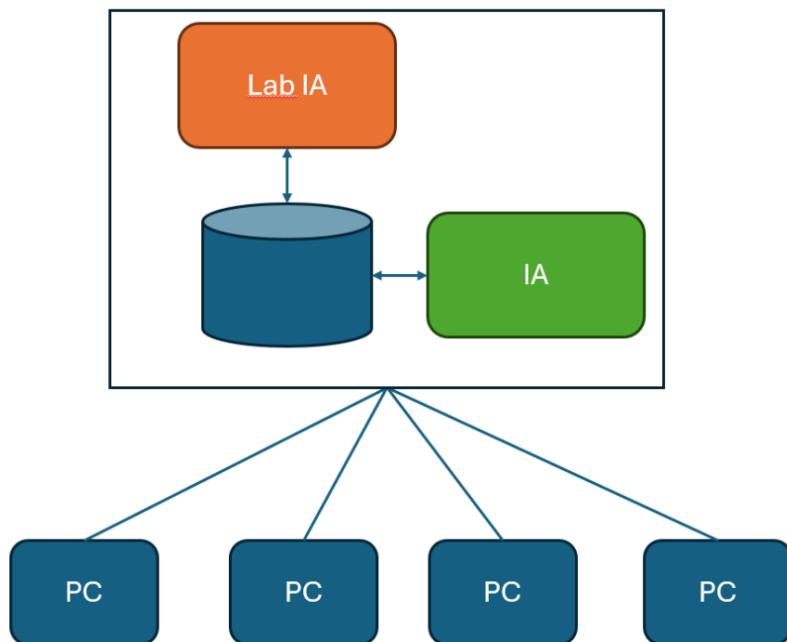
L'industrie 4.0 est désormais une réalité, qui révolutionne les installations de production dans le monde entier. Pour réaliser son plein potentiel, les techniciens ayant une expertise en technologie logicielle et en automatisation sont de plus en plus essentiels, et les professionnels ayant des compétences interdisciplinaires sont plus que jamais nécessaires - l'industrie 4.0 se nourrit de la génération, du stockage, de l'analyse et de l'application de données pour la prise de décision, ce qui nécessite des logiciels spécialisés. Les techniciens doivent comprendre la technologie logicielle pour gérer les systèmes et l'ingénierie de l'automatisation pour comprendre les architectures industrielles et optimiser l'utilisation des données. Dans ce contexte, l'intelligence artificielle (IA) commence à transformer les processus industriels en répondant à des besoins qui étaient traditionnellement satisfaits par des capteurs et l'intervention humaine. Bien que l'IA soit sur le point de remplacer certains algorithmes et capteurs, ce changement est limité par la pénurie de professionnels capables de faire le lien entre l'automatisation et le logiciel pour développer l'intelligence artificielle (Machine Learning, réseaux neuronaux, etc.) pour les applications industrielles. *Le laboratoire pour le développement de l'intelligence artificielle* (le produit) vise à combler cette lacune en formant des ingénieurs en logiciel ayant des connaissances essentielles en automatisation et en mécatronique, et vice-versa.

<b>1785</b> Première machine à vapeur : James Watt améliore la machine à vapeur, L'automatisation au service de la révolution industrielle.	<b>1913</b> Ligne d'assemblage Ford : Henry Ford introduit la première ligne d'assemblage de masse, révolutionnant ainsi la production industrielle.	<b>1946</b> ENIAC : Le premier ordinateur électronique numérique à usage général est construit, ouvrant la voie à l'automatisation des calculs.	<b>1959</b> Premier robot industriel (Unimate) : Il est installé chez General Motors pour automatiser les tâches répétitives sur la chaîne de montage.	<b>1969</b> PLC (Programmable Logic Controller) : Le premier automate programmable (Modicon 084) est créé pour remplacer les circuits logiques câblés, permettant une plus grande flexibilité dans l'automatisation industrielle.	<b>1980</b> Robotique avancée : L'utilisation de robots devient populaire dans l'industrie pour effectuer des tâches plus complexes et répétitives, telles que le soudage et l'assemblage..
<b>1997</b> Deep Blue contre Kasparov : Deep Blue, l'ordinateur d'IBM, bat le champion du monde d'échecs Garry Kasparov, démontrant ainsi le potentiel de l'intelligence artificielle dans les tâches complexes..	<b>2000</b> Première usine « intelligente » : Des systèmes avancés de contrôle et de surveillance automatisés avec communication de machine à machine sont mis en œuvre, précurseurs du concept d'industrie 4.0. Siemens (Amberg, Allemagne)	<b>2001</b> Reconnaissance d'images : Les premières technologies de reconnaissance d'images avec des réseaux neuronaux convolutifs sont introduites, permettant aux machines d'interpréter des images et des vidéos.	<b>2011</b> Watson d'IBM : Watson gagne le programme Jeopardy! démontrant la capacité de l'IA à traiter le langage naturel et à prendre des décisions complexes.	<b>2020</b> L'intelligence artificielle dans l'industrie 4.0 : L'utilisation de l'IA et de machine learning pour optimiser les processus de production, la maintenance prédictive et l'analyse des données en temps réel dans l'industrie manufacturière est consolidée.	<b>2022</b> ChatGPT : ChatGPT est lancé sur la base de l'architecture GPT-3 d'OpenAI, qui révolutionne le traitement du langage naturel et l'interaction humaine avec les machines à l'aide de modèles génératifs avancés.



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

## FLUX DE LABORATOIRE



Le laboratoire génère constamment des lectures sur les capteurs, l'information est intégrée dans la base de données.

Les étudiants se connectent et extraient les informations de la base de données, créant différents modèles d'IA et utilisant les informations de la base de données, ainsi que des capteurs, ils peuvent interagir directement avec le panneau de l'actionneur pour vérifier le résultat créé dans l'IA.



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

## LES ÉLÉMENTS QUI LE COMPOSENT

### MODULE DE DÉTECTION - IL VOUS PERMET DE:

- Collecter des données essentielles pour entraîner des modèles d'IA.
- Fournir des informations en temps réel pour la prise de décision.
- Simuler des conditions réelles pour résoudre des problèmes pratiques.
- Connecter le monde physique aux applications d'IA.
- Faciliter l'expérimentation avec différents types de données.
- Permettre la mesure, la surveillance et le contrôle des variables environnementales.
- Contribuer à comprendre l'impact de l'IA sur les systèmes physiques.
- Favoriser l'intégration matérielle et logicielle dans les projets éducatifs.
- Favoriser l'apprentissage actif par la manipulation directe.
- Encourager l'innovation en explorant de nouvelles applications d'IA.

### MODULE D'ACTIONNEUR - IL VOUS PERMET DE:

- Transformer les décisions de l'IA en actions concrètes.
- Permettre une interaction concrète avec l'environnement.
- Démontrer l'applicabilité de l'IA dans des systèmes réels.
- Faciliter la validation des prédictions et des modèles d'IA.
- Enseigner comment automatiser les processus grâce à l'IA.
- Simuler des solutions pratiques aux problèmes industriels.
- Convertir les données traitées en réponses utiles.
- Intégrer l'apprentissage théorique à des résultats visibles.
- Stimuler la créativité dans la conception de systèmes intelligents.
- Promouvoir la compréhension de l'impact de l'IA sur l'automatisation.

### MODULE D'ALIMENTATION

- Tension d'entrée universelle: Compatible avec 110 - 240 Vca.
- Sorties régulées: Fournit 5 V et 3,3 Vcc simultanément.
- Courant admissible: Jusqu'à 2 A par sortie.
- Protection contre les surcharges: Prévient les dommages causés par un courant excessif ou des courts-circuits.
- Design compact: Intégration facile dans des prototypes ou des systèmes montés.
- Connecteurs standard: Bornes à vis et broches pour des connexions faciles.
- Indicateurs LED: Affiche l'état de l'alimentation en temps réel.
- Efficacité énergétique: Réduit les pertes d'énergie lors de la conversion.
- Compatibilité: Idéal pour alimenter des microcontrôleurs comme Arduino, NodeMCU et des capteurs.
- Montage facile: Peut être fixé sur des surfaces ou des racks pédagogiques.

### MODULE DE PROGRAMMATION EMBARQUÉ - (ARDUINO MEGA)

- **Niveau de base – Fondamentaux de la programmation embarquée:**
  - Introduction aux systèmes embarqués et à leurs applications.
  - Configuration des entrées et sorties numériques.
  - Temporisation et contrôle d'événements simples.
  - Lecture de signaux analogiques.
  - Génération de sorties à modulation de largeur d'impulsion (PWM).
  - Utilisation de structures conditionnelles et de boucles de contrôle.
  - Gestion des variables, des constantes et des types de données.



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- Introduction à l'utilisation du moniteur série pour le débogage.
- **Niveau intermédiaire – Détection et contrôle de base:**
  - Lecture de variables d'environnement physique via des capteurs.
  - Implémentation d'une logique conditionnelle basée sur des entrées analogiques et numériques.
  - Utilisation de structures de contrôle pour automatiser des processus.
  - Génération de réponses visuelles, sonores ou mécaniques aux événements.
  - Affichage de données locales (écrans ou indicateurs).
  - Utilisation d'interruptions pour une gestion efficace des événements.
  - Introduction au stockage temporaire de données.
  - Conception de programmes avec commande proportionnelle de base.
- **Niveau avancé:**
  - Mise en œuvre de la communication série entre appareils.
  - Transmission et réception de données pour la surveillance ou le contrôle à distance.
  - Conception de systèmes autonomes avec prise de décision.
  - Lecture et interprétation de signaux industriels ( $0 \div 10 \text{ V}$ ,  $4 \div 20 \text{ mA}$ ).
  - Conception de séquences de contrôle pour processus automatisés.
  - Modularisation du code et réutilisation des fonctions.
  - Contrôle de processus à l'aide de temporiseurs et de compteurs logiques.
  - Intégration de plusieurs sous-systèmes dans un projet fonctionnel.

## MODULE INTERNET DES OBJETS (IoT) - (NodeMCU)

- **Niveau de base – Fondamentaux de l'IoT:**
  - Introduction au concept de l'Internet des objets.
  - Architecture générale d'un système IoT.
  - Communication entre appareils locaux.
  - Configuration des réseaux sans fil.
  - Envoi et réception de données via Wi-Fi.
  - Publication de données sur des interfaces locales (moniteur série ou console).
  - Utilisation des protocoles de base pour la transmission de données (HTTP).
  - Programmation de routines périodiques pour la capture et l'envoi de données.
- **Niveau intermédiaire – Interaction avec les services à distance:**
  - Structure client-serveur dans l'IoT.
  - Envoi de données vers des bases de données distantes.
  - Affichage de variables sur des interfaces web.
  - Introduction aux protocoles de messagerie légers (Socket).
  - Utilisation d'interfaces graphiques pour la surveillance en temps réel.
  - Stockage et récupération des historiques.
  - Configuration de tableaux de bord pour la visualisation à distance.
  - Gestion des erreurs et reconnexion automatique au réseau.
- **Niveau avancé – Automatisation distribuée et prise de décision:**
  - Implémentation de logique cloud et de contrôle à distance.
  - Réception de commandes depuis des interfaces web ou mobiles.
  - Programmation événementielle pour une réponse en temps réel.
  - Sécurité des systèmes IoT (validation, chiffrement de base).
  - Synchronisation des états entre les appareils.
  - Développement d'applications intégratives: surveillance, alerte, réponse automatique.

## MODULE DE DÉVELOPPEMENT IA - (Jetson NANO NVIDIA)

- **Niveau de base – Fondamentaux de l'IA et de la science des données:**



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- Différence entre l'IA symbolique et l'apprentissage automatique (Machine Learning).
- Introduction à l'apprentissage supervisé et non supervisé.
- Fondamentaux de Python appliqués à l'IA (syntaxe, structures, bibliothèques).
- Représentation des données: vecteurs, matrices et normalisation.
- Lecture de données à partir de capteurs ou de fichiers locaux.
- Visualisation et analyse exploratoire des données (EDA).
- Construction de modèles de classification simples avec des données étiquetées.
- **Niveau intermédiaire – Apprentissage automatique (Machine Learning) appliqué:**
  - Architecture de réseaux de neurones artificiels de base.
  - Préparation de jeux de données personnalisés (capteurs physiques, CSV, images).
  - Entraînement, validation et test de modèles.
  - Détection de motifs dans les données physiques (température, humidité, lumière, pression).
  - Application de modèles de régression et de classification à entrées multiples.
  - Introduction aux bibliothèques spécialisées: TensorFlow, scikit-learn, Keras.
  - Exportation et inférence de modèles entraînés sur systèmes embarqués.
  - Enregistrement et analyse des résultats de prédiction pour la prise de décision.
- **Niveau avancé – IA en temps réel et intégration physique:**
  - Traitement d'images en temps réel et vision par ordinateur.
  - Détection et classification d'objets à l'aide de modèles pré-entraînés.
  - Intégration de l'IA aux systèmes d'acquisition de données physiques.
  - Optimisation des modèles pour une inférence rapide sur les systèmes embarqués.
  - Mise en œuvre d'alertes intelligentes en cas d'événements anormaux.
  - Conception de solutions autonomes basées sur l'IA (qualité, sécurité, maintenance).
  - Prise de décision intelligente en environnements physiques (IoT + IA).
  - Évaluation des performances des systèmes : métriques, erreurs, précision et amélioration continue.



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

## APPLICATIONS LOGICIELLES

### LOGICIEL INCLUS

- **Base de données MySQL**
  - Enregistrement et interrogation des variables détectées, des événements et des décisions d'IA.
- **Clonage de base de données**
  - Les étudiants travaillent en parallèle.
  - Apport de connaissances en administration de bases de données.
- **Programmation par blocs**
  - Contrôle et programmation dans un environnement par blocs pour acquérir des connaissances en programmation.
- **Services Web**
  - Intégration avec des systèmes externes, des tableaux de bord ou une IA à distance.

The screenshot displays two main windows from the DE LORENZO software suite:

- Data Base Cloning:** A window titled "Data Base Cloning" featuring a blue background with a database cylinder icon. It includes fields for "Database name:", "User:", and "Password:", along with "Clone Database" and "Delete Database" buttons. Below this is a "Web Services" panel with checkboxes for "color", "distance", "humidity", and "temperature", and date range selection fields for "From" and "To".
- Sistema basado en web para desarollo:** A web-based development environment with a toolbar at the top. The left sidebar lists blocks categorized by type: Bloques, Lógica, Control, Matemáticas, Texto, Variables, Funciones, Input/Output, Analogos, Yerter, LCD, and Motores. The main workspace shows a visual programming interface with a block labeled "do count with 1... from 1 to 10 by 1000".



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

## OBJECTIFS DE LA FORMATION

NIVEAU	NOM DE L'EXPÉRIENCE	PROBLÈME INDUSTRIEL SIMULÉ
Basique	Lecture de la température et de l'humidité	Surveillance environnementale de base dans les serres ou les entrepôts
Basique	Contrôle des LED à l'aide d'entrées numériques	Indicateurs visuels sur les panneaux de contrôle des processus industriels
Basique	Affichage variable sur la console	Surveillance de base des processus
Basique	Téléchargement de données dans une base de données	Collecte de données sur le terrain pour une analyse centralisée
Basique	Publication de données sur un serveur local	Visualisation des données opérationnelles sans dépendance au cloud
Intermédiaire	Contrôle du moteur en fonction des conditions ambiantes	Contrôle des ventilateurs ou des extracteurs par la température
Intermédiaire	Enregistrement des données dans une base de données distante	Centralisation des variables de plusieurs appareils IoT
Intermédiaire	Création de tableau de bord Web	Gestion à distance des variables industrielles depuis n'importe quel appareil
Intermédiaire	Formation au modèle de classification	Classification des niveaux de lumière pour les processus photodépendants
Intermédiaire	Automatisation des séquences lumineuses	Séquençage automatique sur les lignes d'assemblage
Avancé	Vision par ordinateur pour la détection d'objets	Identification des conditions de fonctionnement pour un contrôle intelligent
Avancé	Inférence en temps réel avec les données des capteurs	Activation automatique de l'irrigation par détection d'humidité
Avancé	Déploiement d'alertes intelligentes	Prévision de la température dans les systèmes HVAC ou agricoles
Avancé	Détection d'images avec Machine Learning	Inspection visuelle des pièces ou des produits sur la ligne de production
Avancé	Automatisation distribuée avec IoT + IA	Réponse immédiate aux conditions environnementales changeantes
Intermédiaire	Classification des conditions environnementales	Activation d'alarmes ou d'indicateurs en raison de conditions critiques
Intermédiaire	Entraînement du modèle pour la détection d'humidité extrême	Prévention des pannes électriques ou mécaniques dans les systèmes industriels
Intermédiaire	Prévision de la température future	Coordination de plusieurs nœuds dans des systèmes de fabrication distribués
Avancé	Classification multivariée avec réseaux neuronaux	Classification des entrées multiples pour un contrôle avancé
Avancé	Reconnaissance des motifs lumineux pour le contrôle automatique	Réglage automatisé de l'éclairage dans les intérieurs industriels
Avancé	Optimisation de la consommation d'énergie grâce à l'IA	Améliorer la consommation d'énergie grâce à une analyse intelligente
Avancé	Détection des défauts du moteur avec l'IA	Diagnostic automatique des défauts dans les machines tournantes
Avancé	Évaluation des performances du modèle de vision par ordinateur	Analyse de précision des systèmes de vision industrielle
Avancé	Automatisation des décisions avec inférence de bord	Prise de décision dans les processus industriels autonomes
Avancé	Développement d'un système intelligent de surveillance environnementale	Surveillance environnementale intelligente dans les entrepôts ou les usines de production



# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



## CONFIGURATION DE BASE PRINCIPALE (20 étudiants)\*

- **1 x DL AI-BASE** – AI Configuration principale (Système hardware, Serveur, Logiciels et Applications) (pour 3 étudiants)
- **17 x DL AI-BASESW** (pour 17 étudiants)

## EXEMPLES POUR D'AUTRES CONFIGURATIONS \*

Si le laboratoire comprend moins de 20 étudiants (soit **15 étudiants**), il sera nécessaire d'avoir:

- **1 x DL AI-BASE** (pour 3 étudiants)
- **12 x DL AI-BASESW** (pour 12 étudiants)

S'il comprend 30 étudiants, il faudra avoir:

- **2 x DL AI-BASE** (pour 6 étudiants)
- **24 x DL AI-BASESW** (pour 24 étudiants)

S'il comprend 40 étudiants, il faudra avoir:

- **2 x DL AI-BASE** (pour 6 étudiants)
- **34 x DL AI-BASESW** (pour 34 étudiants)

S'il comprend 50 étudiants, il faudra avoir:

- **3 x DL AI-BASE** (pour 9 étudiants)
- **41 x DL AI-BASESW** (pour 41 étudiants)

S'il comprend 55 étudiants, il faudra avoir:

- **3 x DL AI-BASE** (pour 9 étudiants)
- **46 x DL AI-BASESW** (pour 46 étudiants)

S'il comprend 60 étudiants, il faudra avoir:

- **3 x DL AI-BASE** (pour 9 étudiants)
- **51 x DL AI-BASESW** (pour 51 étudiants)

**\*: les trois étudiants qui travaillent avec le HW ont besoin aussi de leur propre PC, et DL AI-BASESW est une licence unique pour l'extension de la configuration hardware de base.**