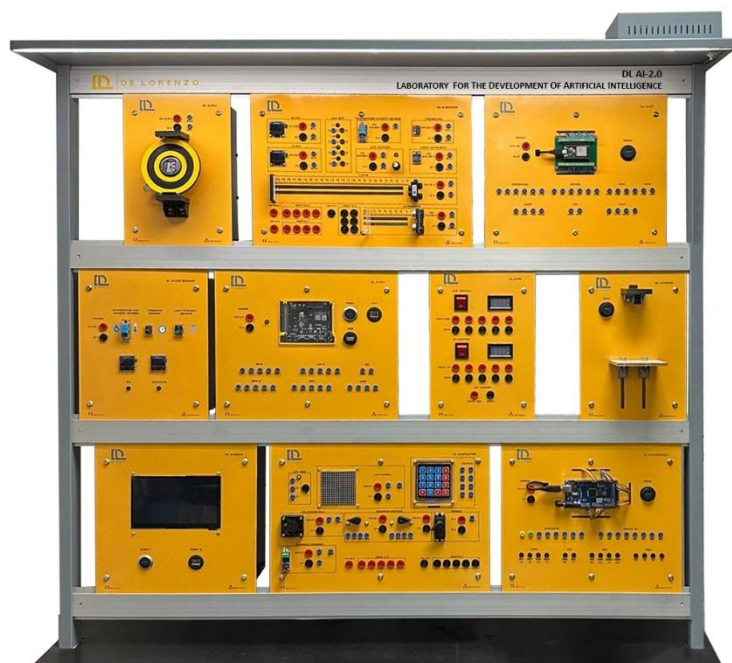




LABORATOIRE POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



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 ?

- Ingénieur en intelligence artificielle
- Ingénieur en automatisation
- Ingénieur logiciel
- Ingénierie mécatronique
- Ingénierie des procédés
- Technologie de l'information
- Formation technique et professionnelle

DL AI-2.0 & DL AI-2.0SW

DESCRIPTION

Le laboratoire didactique **DL AI-2.0** pour le développement de solutions d'**Intelligence Artificielle** est une plateforme de pointe conçue pour fournir une expérience pratique et complète dans le développement de solutions d'intelligence artificielle. Avec des logiciels et du matériel qui permettent d'illustrer des scénarios réels, qui développeront chez l'étudiant une vision globale de la résolution de problèmes sous l'angle de l'IA.

Principes de programmation	Algorithmes et structures de données	Analyse et conception d'algorithmes	Paradigmes de programmation	Bases de données	Signaux numériques et analogiques
Principes fondamentaux de l'intelligence artificielle	Technologies pour le développement web (orienté vers la communication de fond)	Traitement des images numériques	Machine Learning	Vision artificielle	Algorithmes bio-inspirés
	Technologies du langage naturel	Réseaux neuronaux et apprentissage profond	Ingénierie logicielle pour les systèmes intelligents	Protocole de communication de haut niveau	

Le laboratoire **DL AI-2.0** 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.



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-2.0SW**. 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

- Les bases de l'IA.
- Apprentissage machine (Machine Learning).
- Capteurs et actionneurs comme sources de données.
- Traitement et analyse des données.
- Outils de programmation et d'IA.
- Applications industrielles.

DÉFIS INDUSTRIELS SIMULÉS

- Gestion de l'éclairage.
- Contrôle de la qualité.
- Automatisation des processus.
- Détection.
- Maintenance prédictive.
- Surveillance des conditions.



- Optimisation.





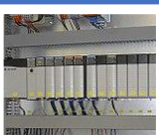







À QUI S'ADRESSE-T-IL ?

Écoles, universités et industrie (pour valider la théorie et tester les concepts) :

- Ingénieur en automatisation.
- Ingénieur logiciel.
- Ingénierie mécatronique.
- Ingénierie des procédés.
- Technologie de l'information.
- Enseignement et formation techniques et professionnels (EFTP).

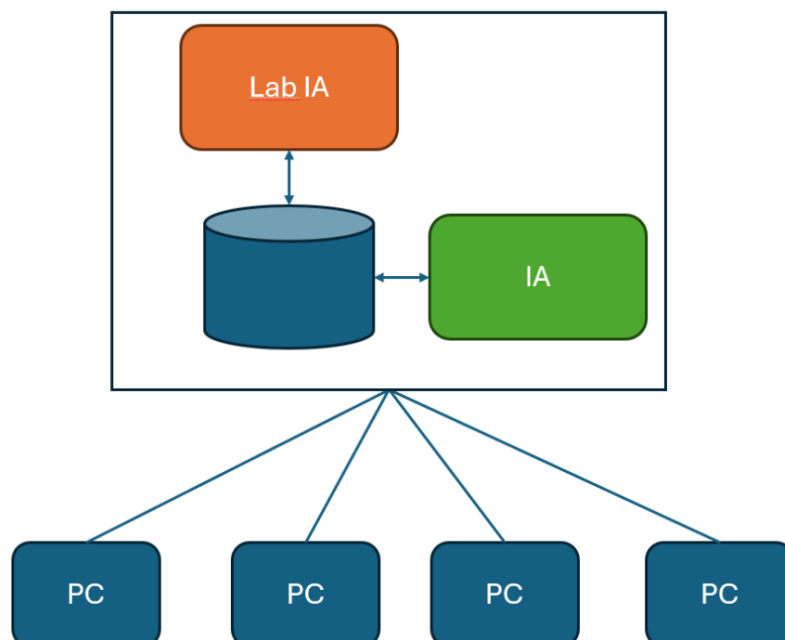
INTRODUCTION À L'AUTOMATISATION 4.0 ET À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

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 génie logiciel 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 l'ingénierie 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.

1785  Première machine à vapeur : James Watt améliore la machine à vapeur, L'automatisation au service de la révolution industrielle.	1913  Ligne d'assemblage Ford : Henry Ford introduit la première ligne d'assemblage de masse, révolutionnant ainsi la production industrielle.	1946  ENIAC : Le premier ordinateur électronique numérique à usage général est construit, ouvrant la voie à l'automatisation des calculs.	1959  Premier robot industriel (Unimate) : Il est installé chez General Motors pour automatiser les tâches répétitives de la chaîne de montage.	1969  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.	1980  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.
1997  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.	2000  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).	2001  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.	2011  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.	2020  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.	2022  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.



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.



LES ÉLÉMENTS QUI LE COMPOSENT

MODULE IoT (NodeMCU)

- Il favorise l'apprentissage des concepts clés de l'électronique, de l'IoT, de l'automatisation, de la programmation embarquée et de l'IA.
- Il facilite la connexion et le test de capteurs analogiques et numériques (température, humidité, lumière, proximité, etc.).
- Il utilise des borniers bananes pour faciliter le câblage sans avoir besoin de soudure.
- Il permet d'apprendre sur les convertisseurs ADC/DAC.
- Il fournit des connaissances sur la programmation des microcontrôleurs.
- Il utilise le contrôle GPIO pour la lecture des entrées et des sorties.
- Il utilise la génération de signaux PWM.
- Il utilise des interruptions pour les événements en temps réel.
- Il utilise les protocoles MQTT et HTTP pour la communication.
- Il crée des capteurs Wi-Fi.
- Il utilise la commande par actionneur.
- Il facilite l'interaction avec l'environnement Node-Red.
- Il facilite la mise en œuvre de modèles d'IA.

MODULE DE DÉVELOPPEMENT IA (Jetson NANO NVIDIA)

- Il favorise l'apprentissage des concepts clés de l'électronique, de l'IoT, de l'automatisation, de la programmation embarquée et de l'IA.
- Il facilite la connexion et le test de capteurs numériques (température, humidité, lumière, proximité, etc.).
- Il utilise des borniers bananes pour faciliter le câblage sans avoir besoin de soudure.
- Il permet d'en savoir plus sur les convertisseurs DAC.
- Il prend en charge les protocoles I2C, SPI et UART.
- Il prend en charge le développement en Python.
- Il utilise le contrôle GPIO.
- Il utilise le contrôle des signaux PWM.
- Il prend en charge la gestion en temps réel des événements et des pannes.
- Il prend en charge le traitement d'images en temps réel.
- Il facilite la mise en œuvre de réseaux de neuronaux.
- Il prend en charge la vision par ordinateur.
- Il prend en charge l'intégration HTTP.
- Il prend en charge l'interaction avec Node-Red.
- Il prend en charge l'interaction avec le moteur en courant continu, les servos et le moteur pas à pas.
- Il facilite l'utilisation du LIDAR.

MODULE DE DÉVELOPPEMENT EMBARQUÉ (ARDUINO MEGA)

- Il favorise l'apprentissage des concepts clés de l'électronique, de l'IoT, de l'automatisation, de la programmation embarquée et de l'IA.
- Il facilite la connexion et le test de capteurs analogiques et numériques (température, humidité, lumière, proximité, etc.).
- Il utilise des borniers bananes pour faciliter le câblage sans avoir besoin de soudure.
- Il utilise Arduino IDE et C++.
- Il utilise le contrôle GPIO.
- Il utilise le contrôle des signaux PWM.



- Il facilite les interruptions pour les événements en temps réel.
- Il prend en charge I2C et SPI.
- Il facilite la communication avec d'autres microcontrôleurs.
- Il facilite le contrôle et l'automatisation des actionneurs.
- Il facilite l'interaction avec les écrans LCD et OLED.
- Il s'utilise avec des claviers matriciels et des matrices LED.
-

MODULE DE CAPTEUR UDP

- Il collecte des données essentielles pour former des modèles d'IA.
- Il fournit des informations en temps réel pour la prise de décision.
- Il simule des conditions réelles pour résoudre des problèmes pratiques.
- Il connecte le monde physique avec des applications d'IA.
- Il facilite l'expérimentation de différents types de données.
- Il permet de mesurer, de surveiller les variables environnementales.
- Il aide à comprendre l'impact de l'IA sur les systèmes physiques.
- Il favorise l'intégration du matériel et des logiciels dans les projets éducatifs.
- Il favorise l'apprentissage actif par la manipulation directe.
- Il favorise l'innovation en explorant de nouvelles applications de l'IA.
- Il alimente constamment la base de données en informations pour effectuer des exercices avec des informations historiques.
- Il fournit des informations en temps réel aux étudiants qui ne travaillent pas directement sur l'appareil.
- Il permet d'effectuer plusieurs exercices à partir d'un ordinateur externe.

MODULE D'AFFICHAGE

- Il reçoit et déploie des informations en temps réel à partir de capteurs UDP.
- Il permet de connecter plusieurs postes de travail pour exécuter des expériences logicielles.
- Il garde la communication synchronisée entre les différents environnements.

MODULE DE DÉTECTION

- Ils collectent des données essentielles pour former des modèles d'IA.
- Ils fournissent des informations en temps réel pour la prise de décisions.
- Ils simulent des conditions réelles pour résoudre des problèmes pratiques.
- Ils relient le monde physique aux applications de l'IA.
- Ils facilitent l'expérimentation avec différents types de données.
- Ils permettent de mesurer, de surveiller et de contrôler les variables environnementales.
- Ils aident à comprendre l'impact de l'IA sur les systèmes physiques.
- Ils favorisent l'intégration du matériel et des logiciels dans les projets éducatifs.
- Ils favorisent l'apprentissage actif par la manipulation directe.
- Ils favorisent l'innovation en explorant de nouvelles applications de l'IA.

MODULE D'ACTIONNEMENT

- Ils transforment les décisions de l'IA en actions physiques.
- Ils permettent une interaction tangible avec l'environnement.
- Ils démontrent l'applicabilité de l'IA dans des systèmes réels.
- Ils facilitent la validation des prédictions et des modèles d'IA.
- Ils enseignent comment automatiser les processus grâce à l'IA.
- Ils simulent des solutions pratiques à des problèmes industriels.
- Ils convertissent les données traitées en réponses utiles.



- Ils intègrent l'apprentissage théorique à des résultats visibles.
- Ils encouragent la créativité dans la conception de systèmes intelligents.
- Ils favorisent la compréhension de l'impact de l'IA sur l'automatisation.

MODULE D'ALIMENTATION

- Entrée de tension universelle : compatible avec 110-240Vca – 50/60Hz.
- Sorties régulées : Fournit simultanément 5V et 3,3V DC.
- Capacité de courant : Prend en charge jusqu'à 2A par sortie.
- Protection contre les surcharges : évite les dommages dus aux surintensités ou aux courts-circuits.
- Conception compacte : intégration facile dans les prototypes ou les systèmes assemblés.
- Connecteurs standard : bornes à vis et broches pour faciliter les connexions.
- Indicateurs LED : affiche l'état de l'alimentation en temps réel.
- Efficacité énergétique : réduction des pertes d'énergie lors de la conversion.
- Compatibilité : Idéal pour alimenter les microcontrôleurs tels que Arduino, NodeMCU et les capteurs.
- Montage facile : peut être fixé sur des surfaces ou sur des supports pédagogiques.

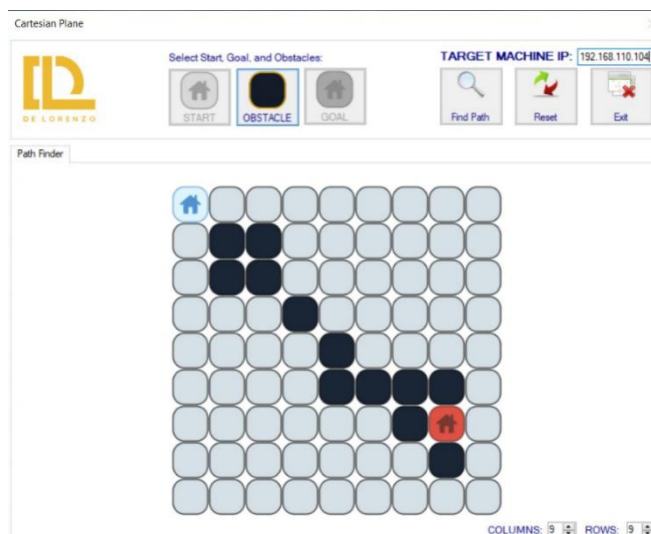
LE LOGICIEL D'INTERACTION ET DE TRAITEMENT

- Interface graphique conviviale : facilite la lecture des capteurs et l'écriture sur les actionneurs.
- Intégration avec Python : Permet l'interaction des modèles d'IA dans TensorFlow directement à partir du logiciel.
- Traitement en temps réel : collecte les données des capteurs et les transmet rapidement à l'IA.
- Système de rétroaction : reçoit les données de l'IA et les traduit en commandes pour les actionneurs.
- Enregistrement des données : sauvegarde des informations en vue d'une analyse ultérieure ou de la formation de nouveaux modèles.
- Évolutivité : Prise en charge de plusieurs capteurs et actionneurs pour les systèmes complexes.
- Ils enseignent comment automatiser les processus grâce à l'IA.
- Ils simulent des solutions pratiques à des problèmes industriels.
- Ils convertissent les données traitées en réponses utiles.
- Ils intègrent l'apprentissage théorique à des résultats visibles.
- Ils encouragent la créativité dans la conception de systèmes intelligents.
- Pour mieux comprendre l'impact de l'IA sur l'automatisation.



APPLICATIONS LOGICIELLES

Programmation de chemin



Ce système permet d'analyser le comportement de l'algorithme A*, essentiel à plusieurs processus industriels, tels que:

- Optimisation d'itinéraires.
- Déplacement de robots avec évitement d'obstacles.

Basé sur la gestion des distances euclidiennes, il est idéal pour explorer les algorithmes intelligents.

L'application fonctionne sur serveur et utilise une technologie que les étudiants aborderont dans le cadre du TP.

Domaines de connaissances associés:

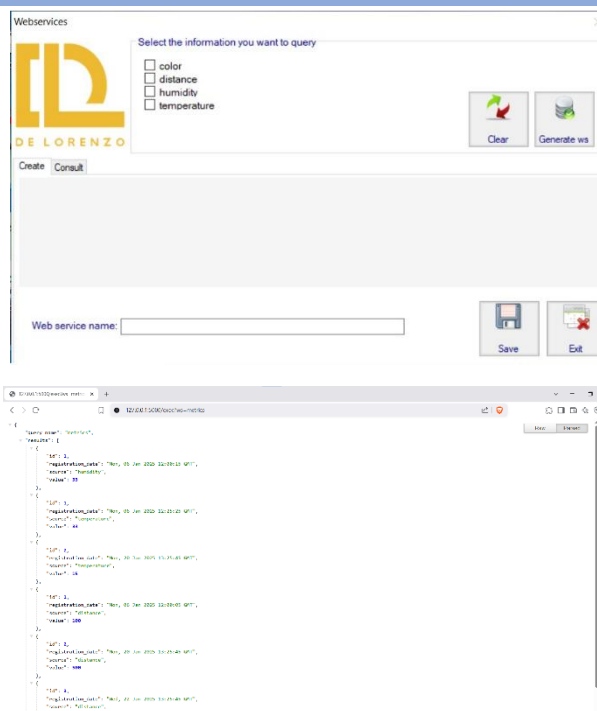
- Planification et optimisation d'itinéraires.
- Construction de bases de données.
- Gestion de l'information (SQL).

Pratiques associées:

- Implémentation de services web en Python.
- Programmation d'algorithmes en Python.
- Communications avec des systèmes externes.
- Gestion de l'information et stockage IoT.
- Génération de modèles d'information pour l'IA.
- Extraction, Transformation et Chargement (ETL) à partir d'applications développées en TP.
- Implémentation de services web pour l'échange d'informations.



Éditeur de serveur Web



Ce système permet de générer différents services web pour exploiter la base de données principale. Il s'agit d'un outil pratique pour explorer l'extraction d'informations contenues dans une base de données, illustrant ce qui se passe dans un scénario industriel réel.

Des services web personnalisés sont stockés dans la base de données pour être exploités à tout moment.

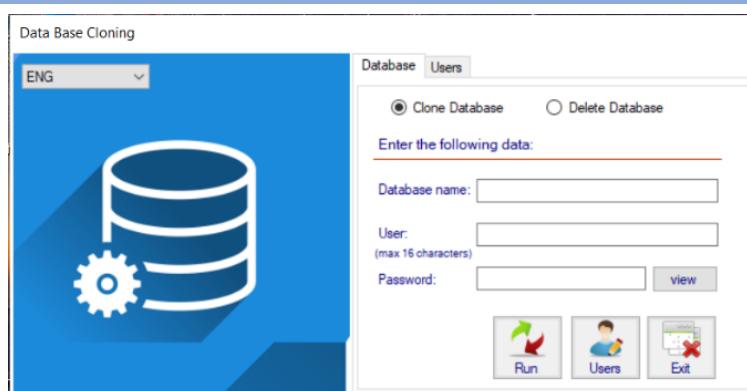
Domaines de connaissances associés:

- Extraction et interrogation de données.
- Interaction avec différentes plateformes.

Pratiques associées:


- Exploitation de l'information.
- Gestion des données au format JSON.
- Développement d'interfaces de communication pour la lecture d'informations (M2M).

Clonage de base de données






Ce système permet de créer des copies de la base de données principale.



	<p>Les étudiants peuvent exploiter les informations qu'elle contient et les modifier selon leurs besoins pour réaliser les différentes expériences réalisées en laboratoire. De plus, il permet de développer des connaissances en gestion de bases de données et constitue un outil essentiel pour les ingénieurs en informatique. Ce système est hébergé sur le serveur du laboratoire.</p> <p>Domaines de connaissances associés:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conception de bases de données.• Construction de bases de données.• Gestion de l'information (SQL). <p>Pratiques associées:</p> <ul style="list-style-type: none">• Gestion de l'information et stockage IoT.• Génération de modèles d'information pour l'IA.• Extraction, Transformation et Chargement (ETL) à partir d'applications développées en laboratoire.• Mise en œuvre de services web pour l'échange d'informations.
Python	 <p>Cet environnement permet le développement d'applications utilisant le langage de programmation Python. Les étudiants peuvent créer des scripts personnalisés pour l'automatisation des tâches, l'analyse des données et l'interaction avec des capteurs, des actionneurs ou des services web, selon les besoins de chaque expérience menée en laboratoire.</p> <p>De plus, Python offre une plateforme puissante et polyvalente pour développer des compétences en programmation structurée et orientée objet, ce qui en fait un outil essentiel pour les ingénieurs en automatisation, intelligence artificielle et technologies de l'information. Cet environnement est installé localement et peut être intégré à d'autres systèmes du laboratoire.</p> <p>Domaines de connaissances associés:</p> <ul style="list-style-type: none">• Logique de programmation.• Structures de données.• Programmation orientée objet.• Automatisation des processus. <p>Travaux pratiques associés:</p> <ul style="list-style-type: none">• Développement de scripts pour l'acquisition et le traitement des données.• Automatisation des tâches en laboratoire.



	<ul style="list-style-type: none">• Interaction avec le matériel via des bibliothèques telles que pyserial, gpiozero ou RPi.GPIO.• Implémentation d'algorithmes de machine learning et d'analyse de données avec Pandas, Numpy et Scikitlearn.• Création d'applications avec des interfaces graphiques ou des serveurs web avec Flask.
TensorFlow	 TensorFlow
MySQL	
OpenCV	 OpenCV

CAPTEURS ET ACTUATEURS

Le module de capteur comprend les composants suivants:

- Capteur de distance à ultrasons,
- Capteur de distance laser (LiDAR),
- Capteur IMU (unité de mesure inertielle),
- Capteur de couleur,
- Capteur de pression,
- Capteur d'intensité lumineuse,
- Capteur d'humidité et de température,
- Capteur de courant,



- Capteur de caméra.

Le **module de capteur UDP (Wi-Fi ou IoT)** comprend les composants suivants:

- Capteur de pression,
- Capteur d'intensité lumineuse,
- Capteur d'humidité et de température,
- Capteur de courant.

Le **module des actuators** comprend les composants suivants:

- Moteur à courant continu,
- Servomoteur,
- Clavier,
- LED RGB,
- Matrix Led,
- Moteur pas à pas,
- LCD I2C,
- OLED,
- Cellule Peltier.

OBJECTIFS DE LA FORMATION

Les utilisateurs finaux peuvent être en mesure d'effectuer les exercices suivants:

- Programmation de routines antiblocage (éviter la perte d'informations).
- Programmation à l'aide de routines RTOS.
- Utilisation du CPU et du GPU.
- Programmation de contrôle PID.
- Programmation de contrôle à l'aide de réseaux neuronaux.
- Création d'ensembles de données (prise d'informations à partir d'un service Web).
- Intégration d'informations à la base de données pour la génération d'ensembles de données (gestion JSON avancée).
- Détection de couleur.
- Suivi d'objets.
- Création de filtres dans la caméra en temps réel.
- Développement d'une solution de recherche de chemin et de planification.
- Machine learning avec humidité, température, pression et éclairage.
- Apprentissage supervisé pour le calcul de la température.
- Contrôle de la vitesse du moteur en fonction de la distance.



CONFIGURATION DE BASE PRINCIPALE (20 étudiants)*

- **1 x DL AI-2.0** – AI Configuration principale (Système hardware, Serveur, Logiciels et Applications) (pour 3 étudiants)
- **17 x DL AI-2.0SW** (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-2.0** (pour 3 étudiants)
- **12 x DL AI-2.0SW** (pour 12 étudiants)

S'il comprend 30 étudiants, il faudra avoir:

- **2 x DL AI-2.0** (pour 6 étudiants)
- **24 x DL AI-2.0SW** (pour 24 étudiants)

S'il comprend 40 étudiants, il faudra avoir:

- **2 x DL AI-2.0** (pour 6 étudiants)
- **34 x DL AI-2.0SW** (pour 34 étudiants)

S'il comprend 50 étudiants, il faudra avoir:

- **3 x DL AI-2.0** (pour 9 étudiants)
- **41 x DL AI-2.0SW** (pour 41 étudiants)

S'il comprend 55 étudiants, il faudra avoir:

- **3 x DL AI-2.0** (pour 9 étudiants)
- **46 x DL AI-2.0SW** (pour 46 étudiants)

S'il comprend 60 étudiants, il faudra avoir:

- **3 x DL AI-2.0** (pour 9 étudiants)
- **51 x DL AI-2.0SW** (pour 51 étudiants)

***: les trois étudiants qui travaillent avec le HW ont besoin aussi de leur propre PC, et DL AI-2.0SW est une licence unique pour l'extension de la configuration hardware de base.**