**SPÉCIFICATIONS**

**Projet IEC61499 – Universal Automation**

*Formation Informatique et Systèmes Intelligents Embarqués*

**Année 2025 – 2026**

PRI 5A

Membres de l’équipe :

Damien LORIGEON – Chef de projet/Dev IEC61131 & IEC61499

Client :

Jean Paul CHEMLA – Professeur Polytech

Arthur OUSSOUNKIRI ELIEZER GAMBO – Doctorant Université de Reims

Bernard RIERA – Professeur Université de Reims

Stéphane LECASSE – Professeur Université de Reims

Auteur : Damien LORIGEON

Version 1.0 - 18/09/25

**Objectifs**

Ce document a pour objectif de définir les spécifications techniques et fonctionnelles du projet de preuve de concept (POC) visant à comparer la norme IEC 61131 et la norme IEC 61499 à travers la mise en place d’un système de tri de pièces simulé dans Factory IO.

Il précise :

* L’architecture générale du système,
* Les fonctions principales et secondaires,
* Les interfaces matérielles et logicielles,
* Les contraintes et exigences de conception,
* Les modalités de validation et de tests.

**Référence**

1. Internes

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Référence : | Titre | Lien |
| PRI Polytech Tours | Projet IEC61499 – Universal Automation | Dépôt GIT : <https://github.com/ElDLOR/PRI-IEC61499-UniversalAutomation.git>  Équipe Teams :  [Général | Projet - Universal Automation - IEC 61499 | Microsoft Teams](https://teams.microsoft.com/l/team/19%3A0k-Ai5cnEyKJAbhWmfV7GzSCosQn2K5ylgHnzRoMuGc1%40thread.tacv2/conversations?groupId=52921951-777d-4c26-b5df-34c505d96857&tenantId=16150599-ebb0-4fcf-94a5-6010823c7bd5) |

2. Externes

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Référence : | Titre | Lien |
| UniversalAutomation.org | Ressources IEC 61499 / EAE | <https://universalautomation.org> |

**Définition**

* **IEC 61131** : norme historique de programmation des automates (POU, Grafcet, ST, etc.).
* **IEC 61499 (EAE)** : norme orientée événements, blocs fonctionnels distribués.
* **Factory IO** : outil de simulation 3D de systèmes industriels.
* **EAE** : EcoStruxure Automation Expert.
* **ECE** : EcoStruxure Control Expert.

SPÉCIFICATIONS

« Projet IEC61499 – Universal Automation »

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Descriptions | | |
| Projet : | Projet IEC61499 – Universal Automation | |
| Clients | Jean Paul CHEMLA | jean-paul.chemla@univ-tours.fr |
| Auteurs | Damien LORIGEON | damien.lorigeon@univ-tours.fr |
| Date d’émission : | 19/09/2025 | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Validation | | | |
| Nom | Date | Valide (O/N) | Commentaires |
| LORIGEON | 02/10/2025 | O |  |
| CHEMLA |  |  |  |
| RIERA |  |  |  |
| GAMBO |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Suivis des versions | | |
| Version | Date | Description de la modifications |
| 1 | 02/10/2025 | Première version |
|  |  |  |

Sommaires

[1 Architecture générale 9](#_Toc210204768)

[1.1 Composants principaux 9](#_Toc210204769)

[1.2 Flux de données 9](#_Toc210204770)

[2 Exigences fonctionnelles 9](#_Toc210204771)

[2.1 Fonction principale 9](#_Toc210204772)

[2.2 Fonctions secondaires 9](#_Toc210204773)

[2.3 Cas d’utilisation 9](#_Toc210204774)

[3 Exigences techniques 10](#_Toc210204775)

[3.1 Contraintes matérielles 10](#_Toc210204776)

[3.2 Contraintes logicielles 10](#_Toc210204777)

[3.3 Interfaces 10](#_Toc210204778)

[4 Conception logicielle 10](#_Toc210204779)

[4.1 IEC 61131 (ECE) 10](#_Toc210204780)

[4.2 IEC 61499 (EAE) 10](#_Toc210204781)

[5 Validation et tests 11](#_Toc210204782)

[5.1 Tests unitaires 11](#_Toc210204783)

[5.2 Tests d’intégration 11](#_Toc210204784)

[5.3 Tests comparatifs 11](#_Toc210204785)

[6 Contraintes et risques 11](#_Toc210204786)

[7 Livrables associés 11](#_Toc210204787)

# Architecture générale

## Composants principaux

* **EcoStruxure Control Expert (ECE)** : implémentation IEC 61131.
* **EcoStruxure Automation Expert (EAE) :** implémentation IEC 61499.
* **Factory IO** : simulateur 3D du système de tri de pièces.
* **PC Windows :** environnement de développement et simulation (VM ou poste école présentiel ou accès à distance via VPN).
* **Microsoft Teams + Git** : gestion documentaire et configuration logicielle (voir les liens dans le fichier : PLAN\_DE\_DEVELOPPEMENT\_PRI\_PROJET-IEC61499\_V0\_1.pdf)

## Flux de données

* Entrées : capteurs de présence pièce, capteurs de type pièce (Factory IO).
* Traitements : séquence de tri (ECE / Grafcet IEC 61131) ou blocs fonctionnels IEC 61499 (EAE).
* Sorties : commandes convoyeurs, trieurs, compteurs, voyants (Factory IO).
* Communication : **Modbus TCP**.

# Exigences fonctionnelles

## Fonction principale

Réaliser un **tri de pièces** en fonction de leur type et les acheminer vers les convoyeurs associés.

## Fonctions secondaires

* Compter le nombre de pièces triées par type.
* Gérer plusieurs modes de marche :
  + **Auto** (démarrage cycle),
  + **Stop** (arrêt cycle en cours + évacuation pièce),
  + **Reset** (remise à zéro compteurs après 5s),
  + **Arrêt d’urgence** (E-Stop, nécessite remise en état initiale).
* Permettre l’**extension du système** (ajout 2ᵉ, 3ᵉ trieur) avec un minimum de modifications.

## Cas d’utilisation

* L’utilisateur lance le cycle → une pièce est détectée → acheminement → tri → comptage.
* L’utilisateur appuie sur **Stop** → la pièce en cours est évacuée → le cycle s’arrête.
* L’utilisateur appuie sur **Reset (5s)** → compteurs remis à zéro.
* L’utilisateur appuie sur **Arrêt d’urgence** → tout s’arrête → nécessite reset complet avant reprise.

# Exigences techniques

## Contraintes matérielles

* PC avec Windows et VM possible ou prise en main à distance d’un PC de l’université de la salle AUTO1.
* Accès à licences ECE, EAE, Factory IO.

## Contraintes logicielles

* Respect de la méthodologie IEC 61131 pour ECE : Grafcet, POU, séquencement.
* Respect de la méthodologie IEC 61499 pour EAE : FBs, événements, modularité.
* Utilisation du protocole Modbus TCP comme couche de communication standard.

## Interfaces

* Factory IO ↔ ECE via Modbus TCP.
* Factory IO ↔ EAE via Modbus TCP.
* Possibilité d’OPC UA pour tests secondaires.

# Conception logicielle

## IEC 61131 (ECE)

* **Grafcet** de fonctionnement général :
  + États : Attente, Acheminement, Tri, Comptage.
  + Transitions : pièce détectée, trieur disponible, stop, reset.
* **Variables** : capteurs, sorties convoyeurs/trieurs, compteurs.
* **Organisation POU** (Program Organization Unit): programme principal + blocs fonctions.

## IEC 61499 (EAE)

* **Blocs fonctionnels (FBs)** :
  + FB\_Détection\_Pièce, FB\_Tri, FB\_Compteur, FB\_Sécurité.
* **Événements** : EV\_START, EV\_STOP, EV\_RESET, EV\_ESTOP.
* **Flux de données** : type\_piece, compteur, commande\_trieur.

# Validation et tests

## Tests unitaires

* Vérifier fonctionnement Grafcet IEC 61131.
* Vérifier activation FBs IEC 61499.

## Tests d’intégration

* Vérifier communication Factory IO ↔ ECE (IEC 61131).
* Vérifier communication Factory IO ↔ EAE (IEC 61499).

## Tests comparatifs

* Temps de développement.
* Complexité des architectures.
* Facilité d’extension (ajout trieur).
* Modularité et réutilisation.

# Contraintes et risques

* Disponibilité licences logicielles.
* Courbe d’apprentissage IEC 61499 (moins connue).
* Respect du planning (120h, rendu 11/02/26).

# Livrables associés

* **Spécifications** .
* **Livret de conception générale**(Grafcet, FBs).
* **Livret de conception détaillée** (diagrammes, tables variables).
* **Projets ECE et EAE.**
* **Rapport comparatif.**