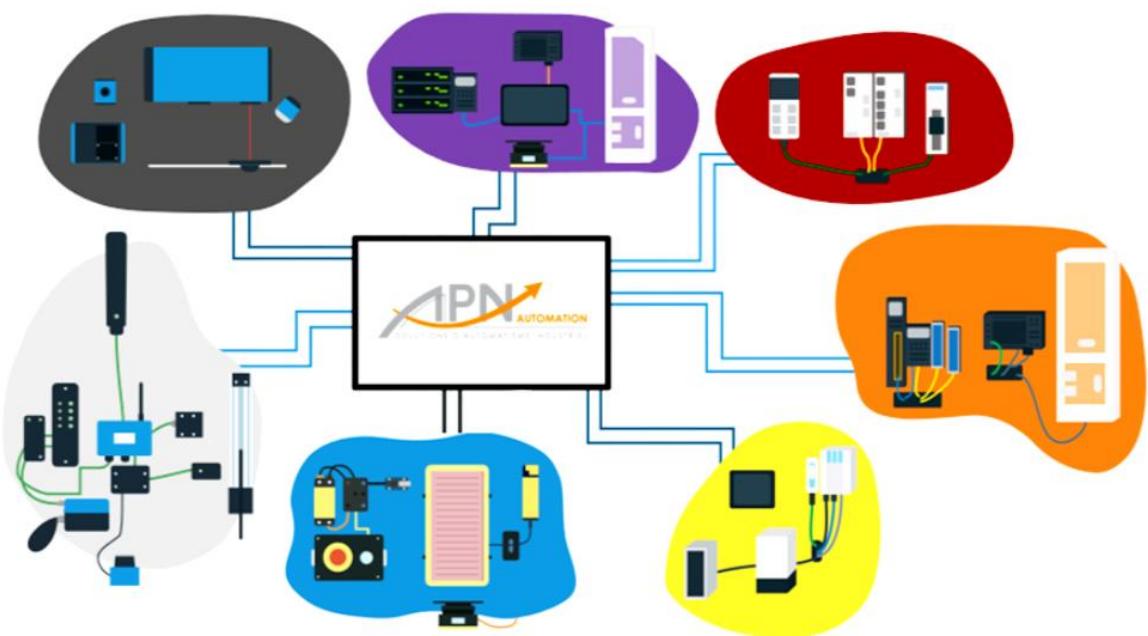


Démonstrateur APN AUTOMATION 2026



Graphisme Carole Vouillemin



Le démonstrateur APN AUTOMATION a été réalisé en conformité avec

- La norme IEC 62443 : le référentiel pour la cybersécurité industrielle
- La directive 2006/42/CE (qui sera prochainement remplacée par le règlement (UE) 2023/1230 du parlement européen) pour la Sécurité Machine.

Il a été pensé en 7 parties principales :

- Industrie 4.0
- Sécurité machine
- IO Link
- Motion control
- Cybersécurité
- Réalité augmentée
- Vision.

Implémenté

- De la réalité virtuelle associée au domaine industriel pour mettre en contexte les exemples d'automatismes proposés
- D'intelligence Artificielle à partir de modèles de Machine Learning utilisés dans le cas de tris de pièces.

Il met en œuvre

- les bus de terrain : MODBUS TCP-IP et ETHERCAT
- Les technologies de sécurité Flexi Soft et Flexi Loop, (développées par SICK)
- le protocole de communication IO Link
- les langages de programmation conformes à la norme IEC 61131-3
- l'outil de programmation Node-Red
- la supervision dans le cadre du dialogue homme machine.

Il comporte pour sa partie opérative (Motion Control)

- Un contrôleur d'axe pour machines brushless
- Deux contrôleurs d'axe pour machines Pas à Pas
- Un variateur de vitesse pour machines asynchrones
- Pilotés par un API, « maître » pour la communication ETHERCAT et « serveur » pour la communication MODBUD TCP-IP.

Utilisation de la réalité virtuelle

Le logiciel Factory I/O complète l'installation.



Photo Real Games

Il permet de visualiser le contexte industriel dans lequel les composants du showroom sont utilisés.

On pourra créer des scénarios pour simuler les commandes homme machine ; visualiser l'action de la reconnaissance de pièces par l'Intelligence Artificielle ; configurer une interface MODBUS.

Intérêts pédagogiques

- **Sécurité Machine :**
 - + Description des modes de marche et d'arrêt
 - + Choix des éléments de sécurité selon le règlement (UE) 2023/1230 du parlement européen) pour la Sécurité Machine : Stratégie de réduction des risques en 9 étapes
 - + Connexion des éléments
 - + Utilisation du logiciel Flexi Soft Designer (Sick) pour la programmation des séquences de sécurité
 - + Communication ETHERCAT
 - + Mise en œuvre de la technologie Flexi Loop (Sick).

- **Industrie 4.0 :**

- + Mise en œuvre du protocole de communication IO LINK
- + Choix des participants : détection, passerelle, visualisation, collecte et transmission des données.

- **Réalité augmentée :**



- + Mise en œuvre du logiciel SARA pour un usage standard : visualisation des données sur tablette des capteurs, automates, actionneurs pour la surveillance, le diagnostic, la mise en service de l'environnement.

- **Cybersécurité :**

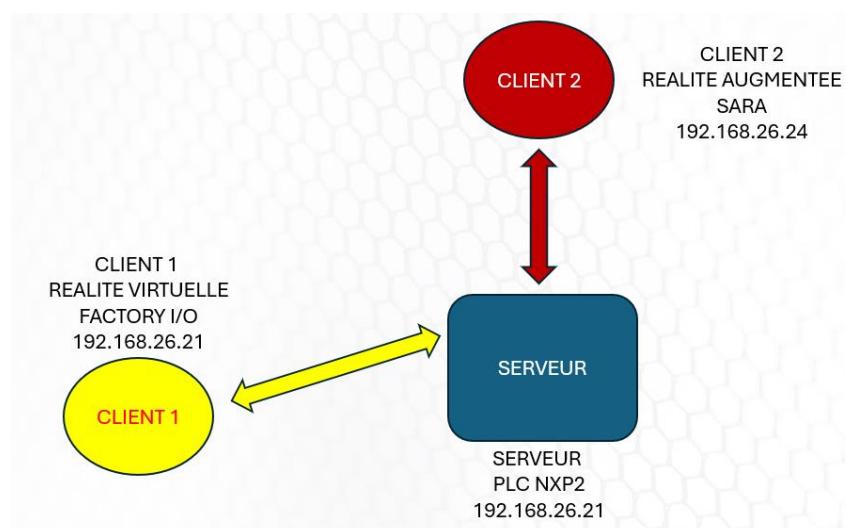
- + Mise en œuvre de la norme IEC 62443 : le référentiel pour la cybersécurité industrielle.

- **Motion Control :**

- + Mise en œuvre des composants industriels :
 - * Automate + extension OMRON
 - * Contrôleur de broche OMRON
 - * Variateur de fréquence pour MAS OMRON
 - * Contrôleur d'axe moteur pas à pas ETHERCAT SMC
 - * Contrôleur d'axe moteur pas à pas filaire SMC.

- **Bus de terrain MODBUS TCP/IP :**

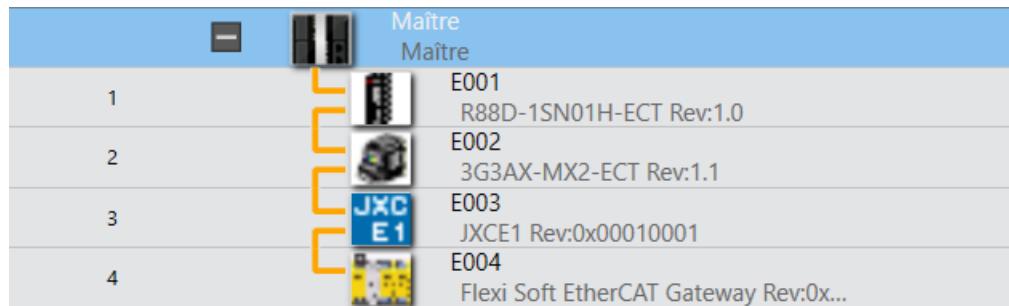
Communication MODBUS TCP-IP entre les éléments suivants :



- + Le SERVEUR PLC NXP2
- + Le CLIENT Factory I/O pour la partie réalité virtuelle
- + Le CLIENT SARA pour la partie réalité augmentée.

- **Bus de terrain ETHERCAT :**

Communication ETHERCAT entre les éléments suivants :



- + Le MAITRE PLC NXP2
- + L'ESCLAVE R88D (Commande de broche)
- + L'ESCLAVE 3GAX-MX2-ECT (Variateur de fréquence pour moteur du plateau rotatif)
- + L'ESCLAVE JXCE1 (Commande de la table verticale)
- + L'ESCLAVE Flexi Soft (Remontée d'information de sécurité).

- **Intelligence Artificielle pour le triage automatique de pièces :**

- + Triage automatique de pièces. Du modèle réel au modèle simulé
- + Fonctionnement de la triouse
 - * Détection des pièces. Du modèle simulé au modèle réel
 - * Détection des pièces. Du modèle réel au modèle pédagogique
 - * Tri des pièces. Du modèle simulé au modèle pédagogique
 - * Triage automatique de pièces. Modèle pédagogique complet
 - * Triage automatique de pièces. Modèle pédagogique virtuel
 - * Triage automatique de pièces. Modèle pédagogique sans réalité virtuelle
 - * Triage automatique de pièces. Modèle pédagogique avec composants industriels.



Publics concernés

Enseignements professionnels pré-baccalauréat :

- Seconde professionnelle des métiers
- Bac pro MELEC (Métiers de l'Electricité et de ses Environnements Connectés)
- Bac pro CIEL (Cybersécurité, Informatique et réseaux, Electronique)
- Bac pro MSPC (Maintenance des Systèmes de Production Connectés)
- Bac pro PLP (Pilote de Ligne de Production).

Enseignements professionnels post-baccalauréat :

- BTS ATI (Assistant technique d'ingénieur)
- BTS Électrotechnique
- BTS CIEL (Cybersécurité, Informatique et réseaux, Electronique)
- BTS MS (Maintenance des Systèmes – option A)
- BTS CRSA (Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques)
- BTS CIRA (Contrôle Industriel et Régulation Automatique)
- BTS PP (Pilotage de procédés).

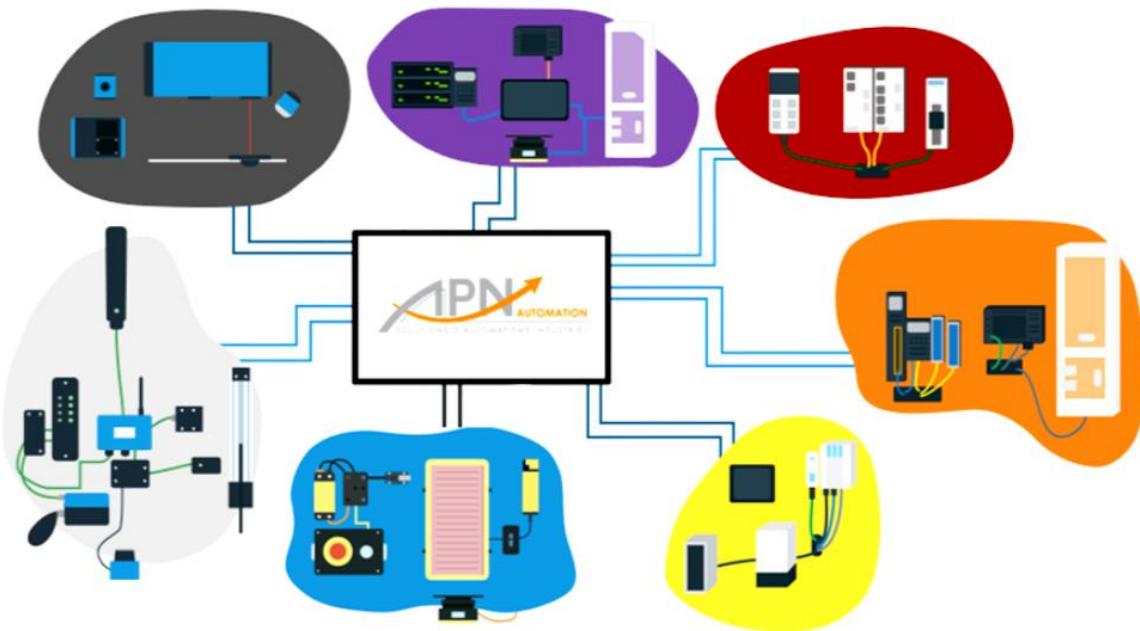
Enseignements technologiques :

- Bac STI2D, spécialité Énergie et Environnement
- Bac spécialité SI.

Enseignements universitaires professionnalisés :

- Génie Électrique et Informatique Industrielle.

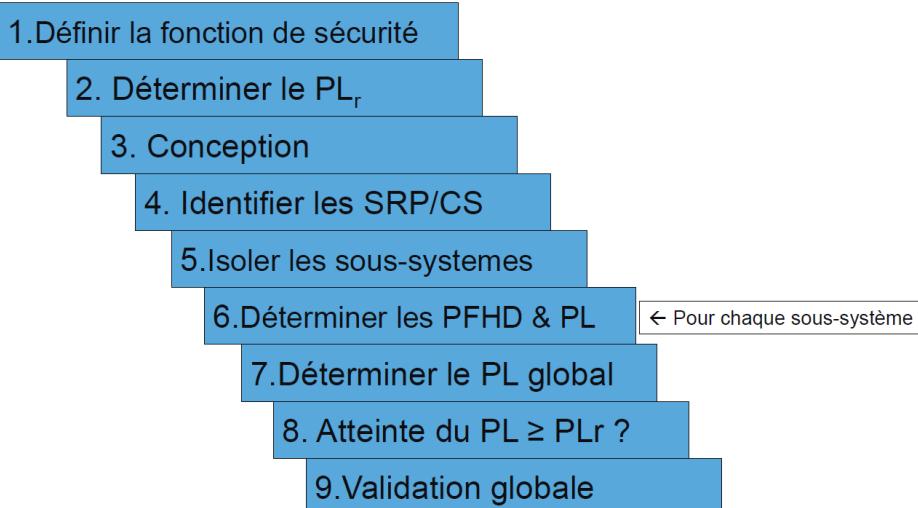
Démonstrateur APN AUTOMATION 2026



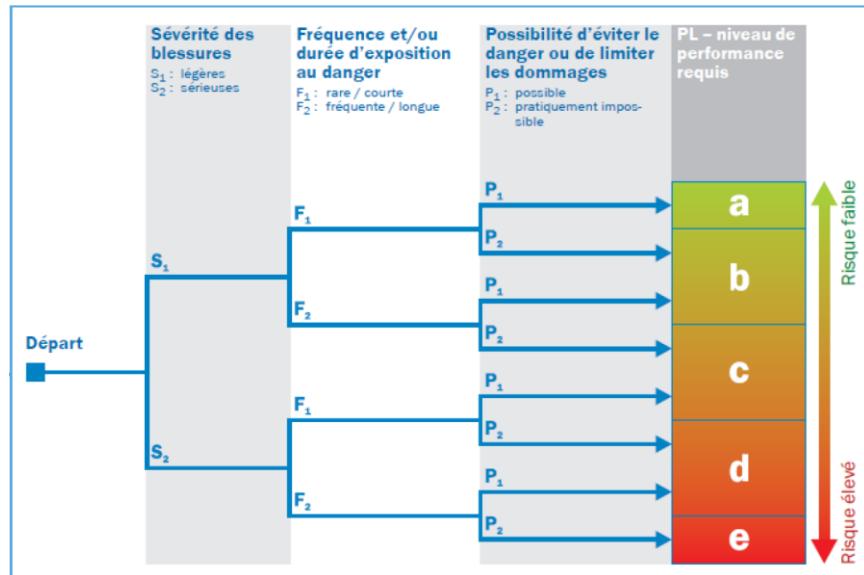
Graphisme Carole Vouillemin

Choix des éléments de sécurité selon le règlement (UE) 2023/1230 du parlement européen) pour la Sécurité Machine. Stratégie de réduction des risques en 9 étapes.

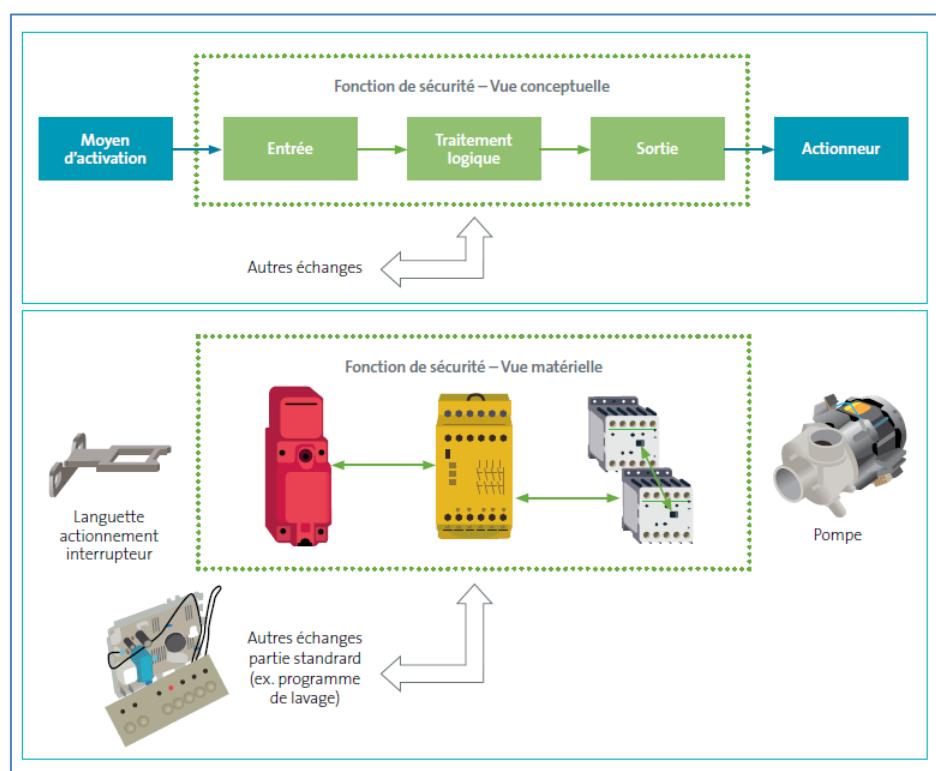
Application de la norme NF EN ISO 13849-1 en 9 étapes



Une fois la fonction de sécurité déterminée, par exemple « *le mouvement des outils sera stoppé lorsque la porte ou la glissière du centre d'usinage seront ouvertes* », il faut déterminer le PL_r : Niveau de performance minimal exigé de la fonction de sécurité pour atteindre la réduction du risque exigée, selon le schéma ci-dessous :



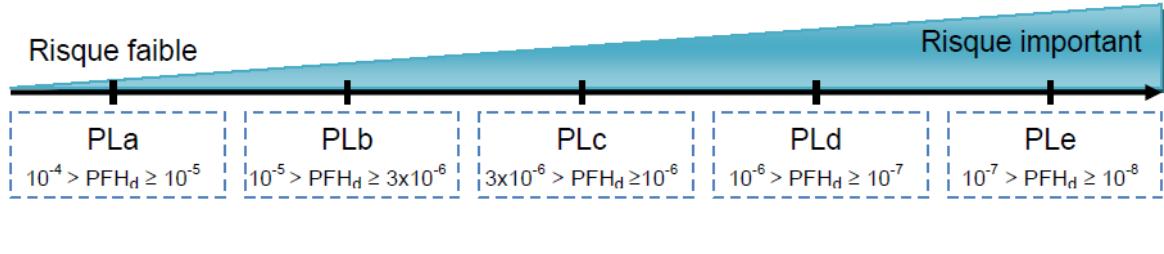
La conception du Système de Commande de la Fonction de Sécurité (SC/FS) se fait selon le schéma ci-dessous :



Source INRS

Il faudra ensuite déterminer le PL : niveau de performance de chaque élément qui fait partie de la chaîne de sécurité.

Il dépend de la probabilité moyenne de défaillance dangereuse par heure (**PFHd**).



Enfin déterminer le **PL_{GLOBAL}** de toute la chaîne.

L'objectif est atteint quand $\text{PL}_{\text{GLOBAL}} > \text{PLr}$