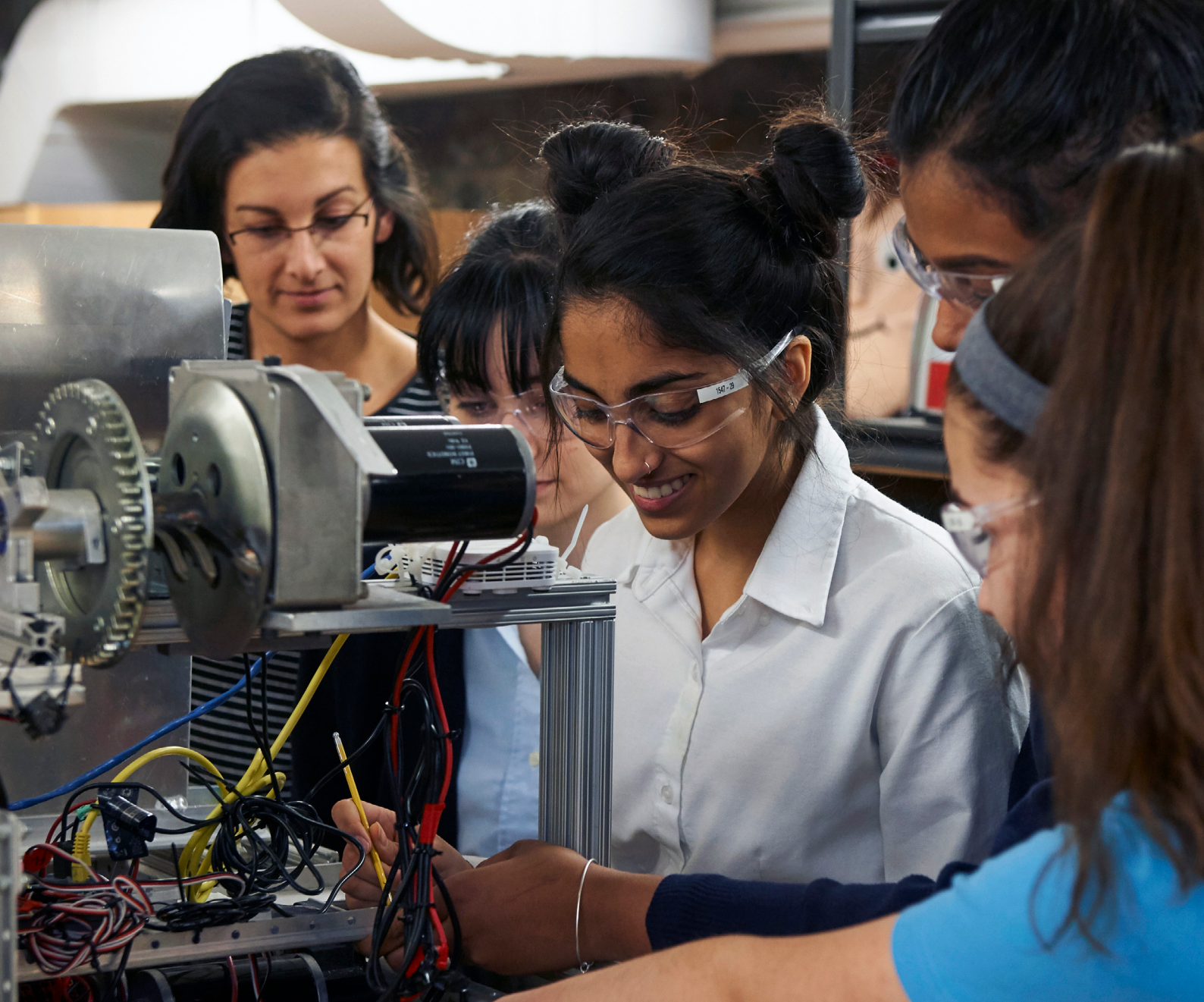




Applications de l'industrie connectée

Niveau 1

Partie 1 : Apprendre les bases de la sécurité machine
dans un système automatisé

Tutoriel applicatif 2023

se.com/fr

Life Is On

Schneider
Electric



Sommaire

03 | Monter en compétence dans l'industrie

- 03 Notre vision de l'industrie du futur
- 03 Les métiers concernés
- 03 Faire monter en compétence les étudiants sur les technologies de l'industrie
- 04 Découvrir le nouveau parcours pédagogique Schneider Electric

04 | Familiarisation avec l'environnement industriel

05 | Tutoriel applicatif découvrir la sécurité machine

- 05 Objectif : Apprendre les bases du départ moteur avec un TesysU piloté en manuel

05 | Mise en application

- 05 Mise en contexte
- 06 Mise en œuvre de l'application
- 06 Consignes de sécurité
- 06 Analyse fonctionnelle
- 07 Schéma de principe
- 08 Schéma de câblage
- 09 Réalisation du câblage

10 | Écriture du programme

- 10 Les étapes clés
- 10 Descriptif du programme applicatif
- 20 Mise en service

23 | En synthèse

- Où trouver les applications et les logiciels ?
- Que dois-je retenir ?
- Pour aller plus loin



Monter en compétence dans l'industrie

Notre vision de l'industrie du futur

- Digitale pour l'efficacité,
- Électrique pour décarboner,
- Humaine.

Schneider Electric répond aux enjeux d'une industrie 4.0 plus performante, plus durable et vous accompagne dans votre projet avec des solutions digitales de bout en bout couvrant quatre domaines de compétences :

- excellence opérationnelle,
- performance des équipements,
- cybersécurité industrielle,
- gestion de performance énergétique.

Les métiers de l'industrie évoluent

et requièrent une montée en compétence pour que les élèves apprennent sur les technologies sur lesquelles ils travailleront demain.

Les métiers concernés

- **Conducteur de machine industrielle :**
je dois m'assurer du bon fonctionnement et des réglages des machines ou poste(s) dont j'ai la charge.
- **Pilote de ligne de production industrielle :**
je dirige les opérations des lignes de production et je mets en service les installations dont j'assure les flux de production et le fonctionnement.
- **Technicien de maintenance industrielle :**
je m'assure que l'équipement de l'entreprise soit en permanence en état de marche.
- **Concepteur de machine industrielle :**
je programme l'automatisme des machines qui composent les lignes de production.



Hugo Décrypte vous fait visiter l'Usine du Futur de Schneider Electric !



Schneider Electric France

S'abonner

Faire monter en compétence les étudiants sur les technologies de l'industrie

Les évolutions technologiques rapides font évoluer les métiers dans l'industrie et requièrent une montée en compétence pour que les élèves se forment sur les technologies sur lesquelles ils travailleront demain.

C'est pourquoi nous avons créé un parcours de montée en compétence spécialement conçu pour les enseignants qui souhaitent acquérir une expérience d'apprentissage industrielle.

Pour exercer ces métiers, un élève doit être familier avec les technologies.

- ✓ L'automatisme
- ✓ La variation de vitesse et les moteurs
- ✓ La robotique/cobotique
- ✓ La détection
- ✓ La sécurité machine
- ✓ Les réseaux de communication et la cybersécurité
- ✓ Le traitement des données, la supervision et le contrôle commande



Découvrez le nouveau parcours pédagogique Schneider Electric

Schneider Electric a créé **un parcours de montée en compétence** spécialement conçu pour les enseignants qui souhaitent se développer et offrir une expérience d'apprentissage industrielle. Notre parcours de montée de compétence comprendra **une série de trois niveaux** vous permettant une prise en main progressive des technologies.

Niveau 1

Niveau baccalauréat professionnel : **être familier avec l'environnement industriel et les technologies Schneider Electric.**

Niveau 2

Niveau Brevet de technicien supérieur (BTS) / Bachelor universitaire de technologie (BUT) : **être autonome sur les technologies Schneider Electric.**

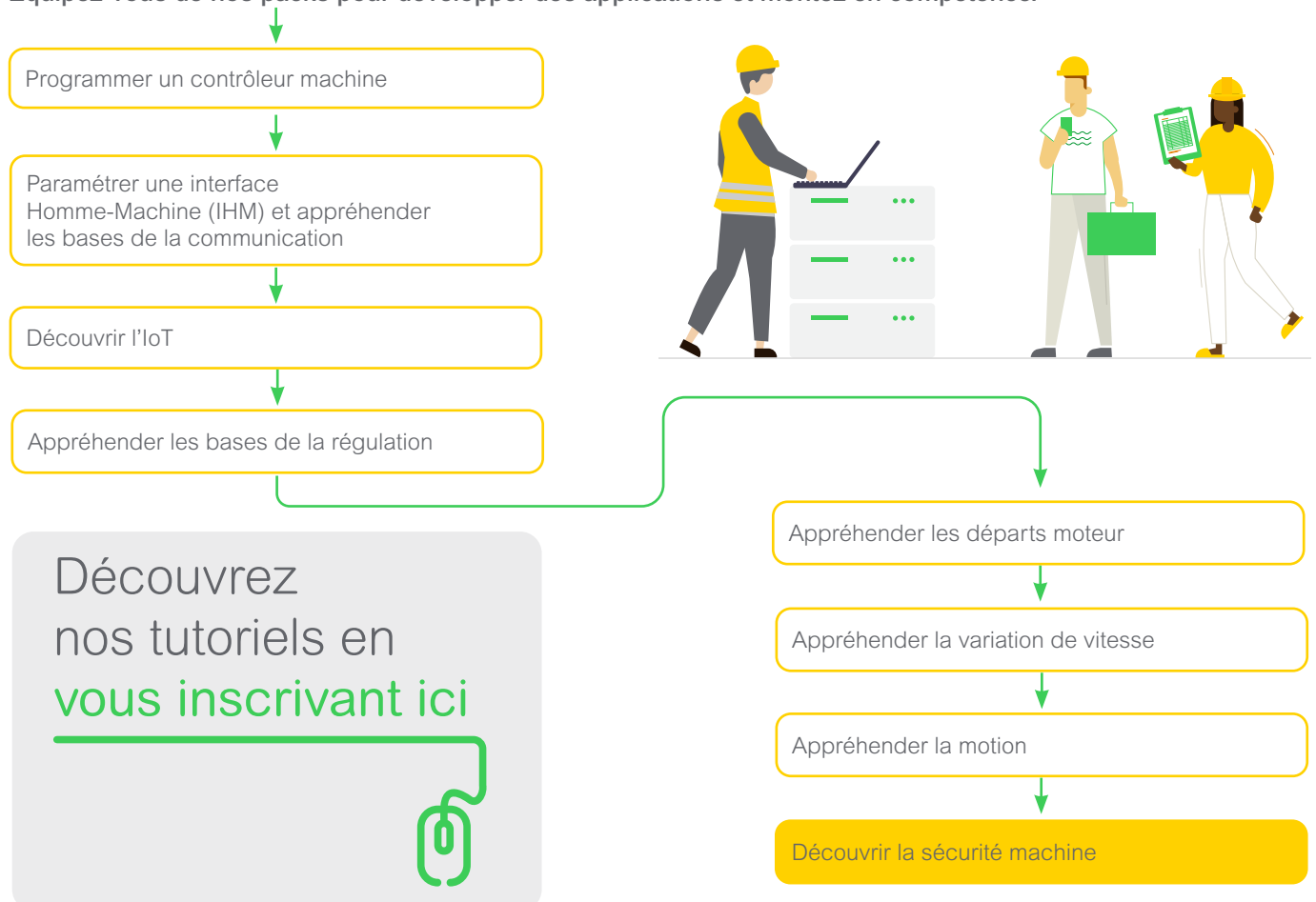
Niveau 3

Niveau BUT, école d'ingénieurs : **être expert d'une technologie.**
(disponible au 2^e trimestre 2024).

Familiarisation avec l'environnement industriel

Je souhaite acquérir les compétences qui me permettent d'être familier avec l'environnement industriel et les technologies.

Équipez-vous de nos packs pour développer des applications et montez en compétence.



Liste des compétences susceptible d'évolution et d'enrichissement

Tutoriel applicatif départ moteur piloté en manuel

Objectif : Apprendre les bases de la sécurité machine dans un système automatisé

Mise en application

Mise en contexte

Une machine qui comporte un convoyeur motorisé doit être mis en conformité par rapport à la Directive Machine.

L'analyse des risques est réalisée et la chaîne de sécurité doit répondre aux exigences suivantes :

Niveau de performance (PL) et catégorie maximale (IEC/ISO 13849-1)

PL c/catégorie 3

Niveau d'intégrité de sécurité maximum (SIL) (IEC/EN 62061)

SIL2

La machine comporte un automatisme réalisé sur une base d'automate programmable de type M221.

Un IHM est présent pour remonter les informations de la chaîne de sécurité.

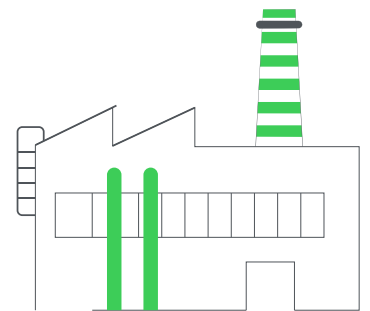
Le choix du matériel est donc défini par ces exigences:

- Traitement contrôleur de sécurité : module TM3SAC5R.
- Bouton Arrêt d'Urgence à deux canaux.
- Bouton poussoir de réarmement.
- Deux contacteurs avec capot de sécurité.

En utilisant le logiciel SYSTEMA, le Niveau de performance atteint est

PL d / Catégorie 3.

Le matériel choisi correspond au niveau de sécurité imposé.



Mise en œuvre de l'application

Les produits nécessaires au développement de l'application comprennent :

- Un module TM3

Référence	Libellé	Quantité
M2TM3	MODULES TM3	1

Matériel non fourni dans les packs ou optionnel

Référence	Libellé	Quantité
ZB5AT84	Harmony XB5 - tête bouton arrêt urgence - Ø40	1
ZENL1121	Harmony XAL - bloc contact O	2
LC1D09BD	TeSys LC1D - contacteur - 3P - AC-3 440V - 9A - bobine 24Vcc	2
LAD9ET1S	TeSys D - capot de sécurité rouge - pour contacteur	2

Vous aurez également besoin du matériel utilisé dans le tutoriel automatisme séquentiel et le tutoriel communication et IHM

Consignes de sécurité

Les consignes de sécurité sont dans les guides de chaque équipement listé ci-dessous :

- [Modicon M221 - Logic Controller, Guide de Programmation - SoMachine Basic](#)
- [ABLM1A24025 - Documentation technique](#)
- [HMISTU855 - Notice de montage](#)
- [HMIST6400 - Notice de montage](#)
- [TM3SAC5R – Notice de montage](#)



Analyse fonctionnelle

- Réalisation du schéma de câblage
- Implantation et câblage des composants.
- Programmation de l'automate pour la fonction de sécurité machine et mise à disposition des variables pour l'IHM.
- Paramétrage de l'IHM et création d'un écran de supervision.
- Transfert des applications

Schéma de principe

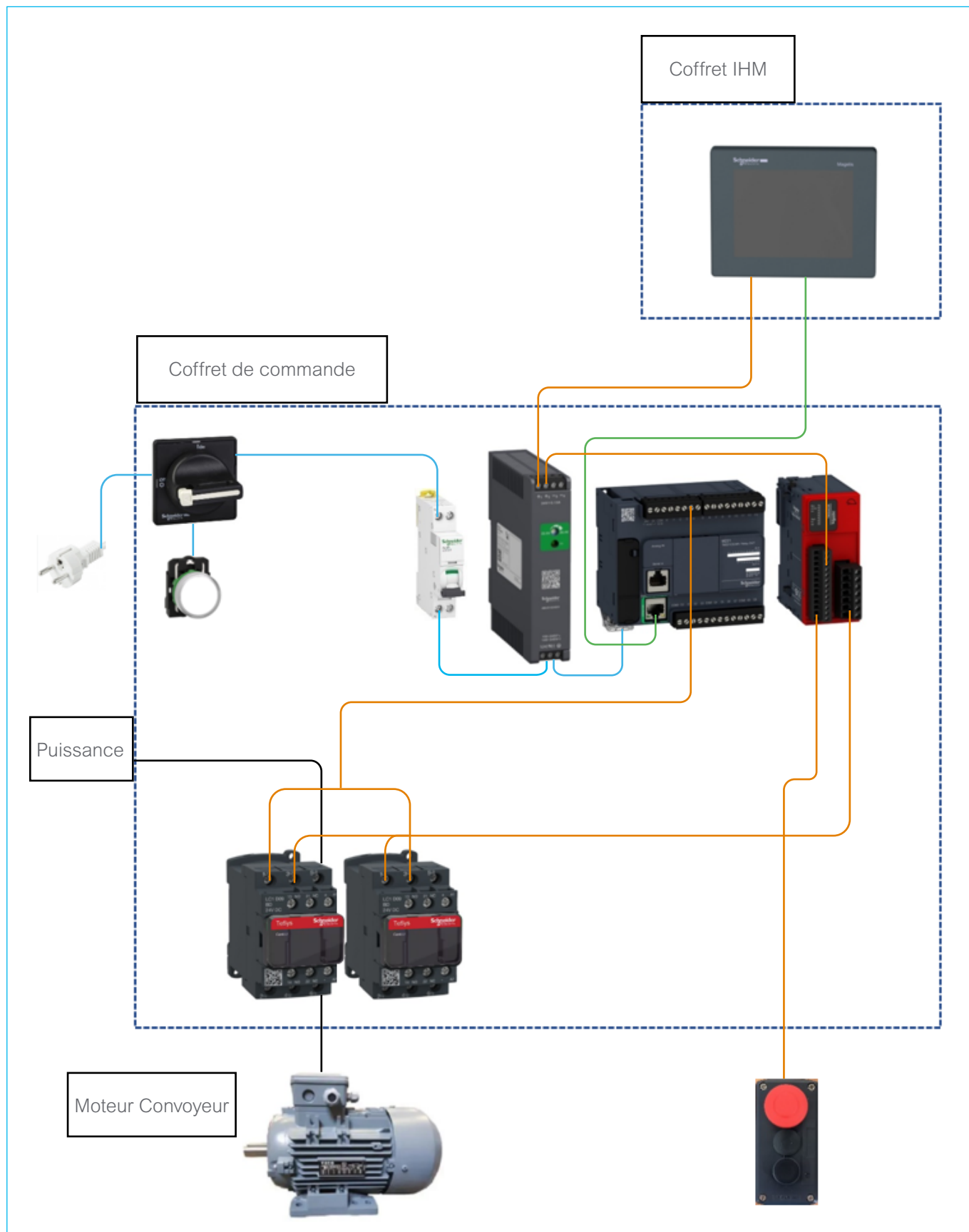
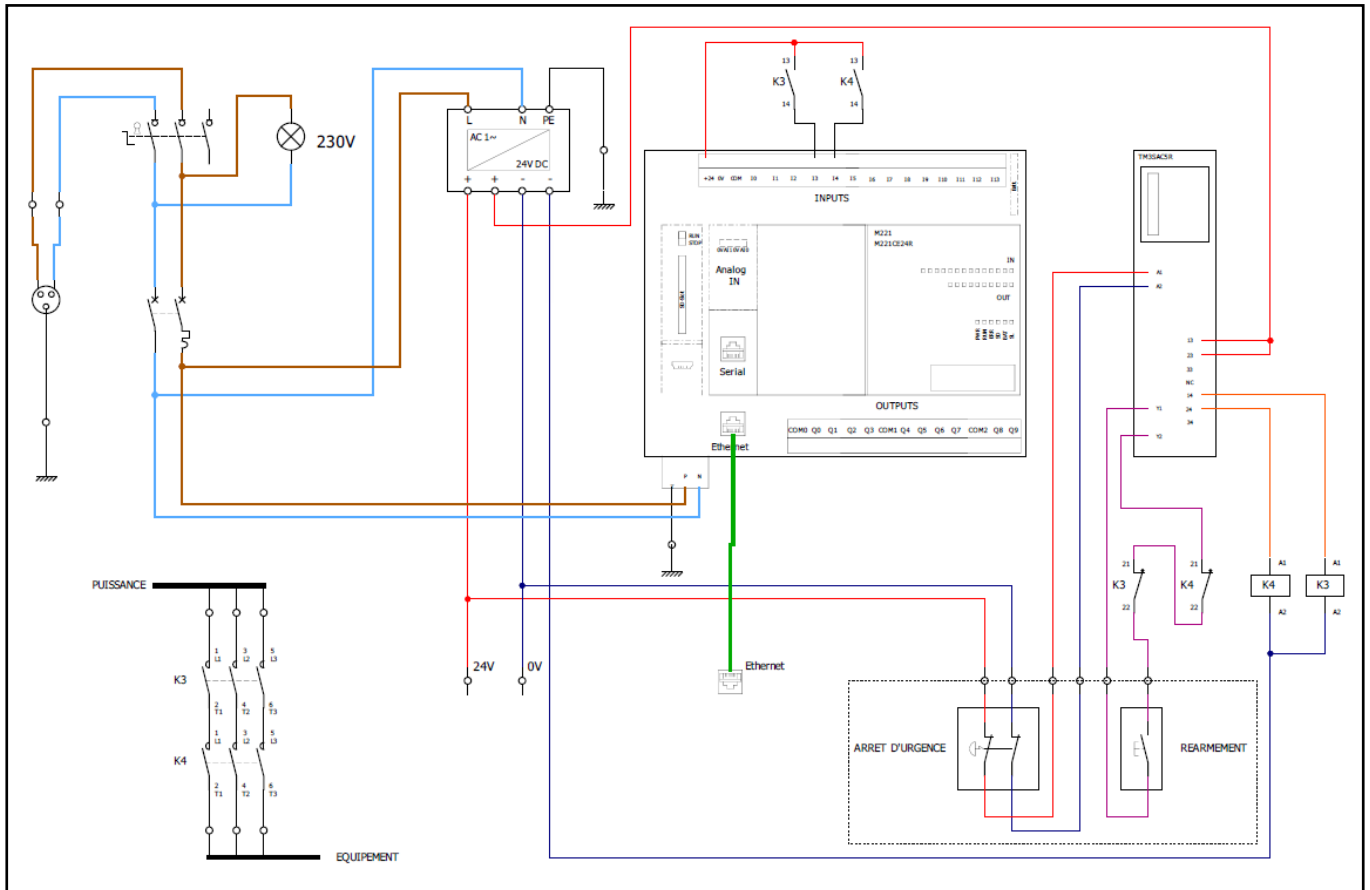


Schéma de câblage



Le schéma de câblage intègre un automate M221 et le module de sécurité TM3SAC5R.

Le bouton Arrêt d'urgence et le bouton poussoir de réarmement sont câblés dans une boîte à bouton en utilisant le matériel du tutoriel Automatismes Séquentiels.

Les deux contacteurs sont câblés et prêts à être utilisés dans la chaîne de sécurité de la machine.

Le bouton Arrêt d'Urgence dispose des deux contacts Normalement Fermé câblés en entrée du contrôleur de sécurité.

Les deux contacteurs K3 et K4 sont pilotés par deux contacteurs internes au contrôleur de sécurité (K1 et K2).

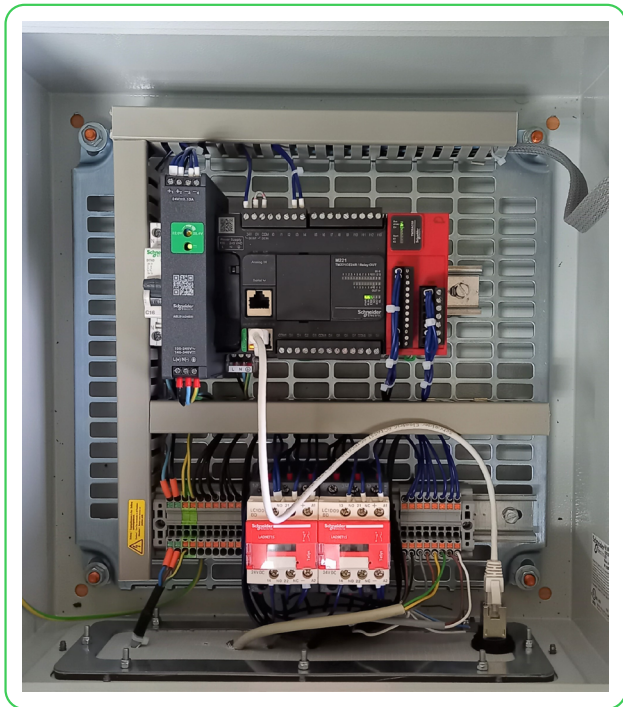
Les deux contacts auxiliaires Normalement Fermés sont utilisés pour conditionner le réarmement. Si les contacteurs sont fermés, ces contacts auxiliaires interdisent le réarmement. En cas de défaillance d'un des deux contacteurs (bloqué en position ouverte), le réarmement sera impossible.

Les deux contacts auxiliaires Normalement Ouvert sont utilisés comme informations d'entrée sur l'automate afin de connaître l'état Ouvert/Fermé des contacteurs K3 et K4.

Les contacts de puissance des contacteurs K3 et K4 sont utilisés « en série » dans la chaîne de sécurité de la machine. En cas de défaillance d'un des deux contacteurs (bloqué en position fermée), la chaîne de sécurité sera ouverte par l'autre contacteur.

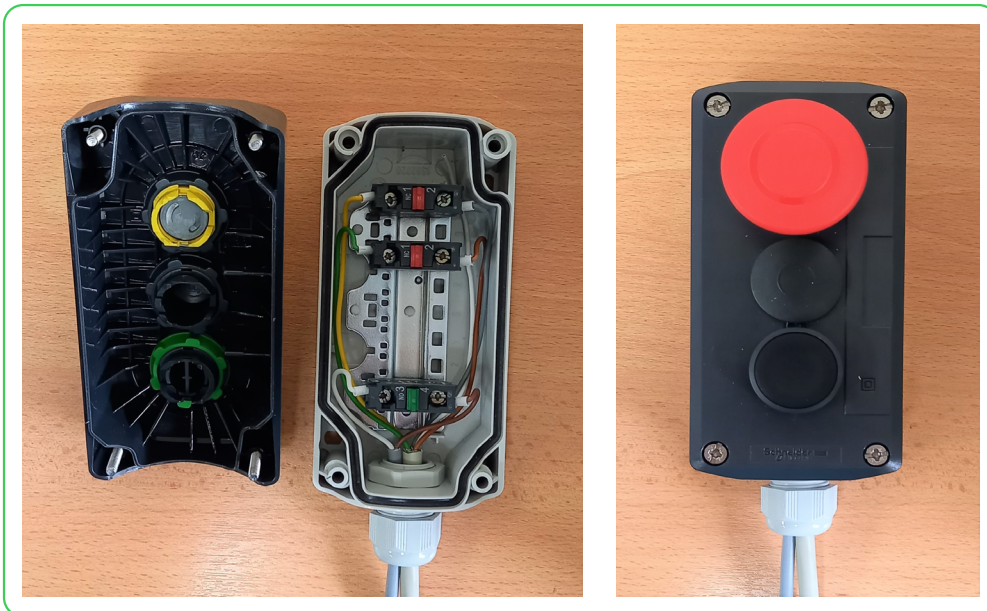
Réalisation du câblage

Le coffret (voir Tutoriel Automatismes Séquentiel) est utilisé. Le module TM3 est ajouté au M221.



Les 2 contacteurs sont câblés et les capots sont remplacés par les capots de sécurité pour identifier ces deux contacteurs.

La boîte à bouton (voir Tutoriel Automatismes Séquentiel) est modifiée avec l'ajout de la tête arrêt d'urgence, les deux contacts NF et le bouton poussoir et son contact NO.



Écriture du programme

Les étapes clés :

1. Création d'un projet Machine Expert Basic
2. Activation des sorties de sécurité du module
3. Mémorisation des états de sécurité
4. Paramétrage de l'IHM

Descriptif du programme applicatif

Etape 1 : création d'un projet Machine Expert Basic

Ouvrir le logiciel Machine Expert Basic et créé un projet avec l'automate M221. (Voir Tutoriel automatisme).

Dans l'onglet « Configuration ».

Ajouter le module **TM3SAC5R** présent dans la bibliothèque « TM3 Expert/I/O Modules ».

The screenshot displays the 'Configuration' tab of the Machine Expert Basic software. The main workspace shows a rack of modules, including a TM221CE24R (grey) and a TM3SAC5R (red). Below the rack, the 'Informations sur l'équipement' section provides details for the TM221CE24R: 'Contrôleur compact 100-240 VCA à 14 entrées numériques, 10 sorties à relais (2 A), 2 entrées analogiques, 1 port de ligne série, 1 port Ethernet, avec borniers amovibles.' To the right, a sidebar lists available modules under 'TM3 Expert I/O Modules', including TM3SAC5R/G (Sécurité), TM3SAF5R/G (Sécurité), TM3SAFL5R/G (Sécurité), TM3SAK6R/G (Sécurité), TM3XTYS4 (Tsys), and TM3_XTRA1_XREC1 (Transmitter_Receiver). At the bottom right, the 'Description de l'équipement' for the TM3SAC5R (vis) and TM3SAC5RG (ressort) is shown, detailing its function (CAT3, PL maximum d/SIL2) and power consumption (5V/40mA, 24V/0mA).

Ce module est en position 1, il dispose de 14 entrées logiques,

Bus d'E/S

Module 1 (TM3SAC5R/G)

Entrées numériques

Sorties numériques

ETH1

Modbus TCP

Adaptateur EtherNet/IP

SL1 (ligne série)

Modbus



Entrées numériques

	Utilisé	Adresse	Symbole	Commentaire
	☒	%I1.0	SA_OUTPUTON	Sortie de sécurité active
	☒	%I1.1	SA_SUPPLY	Alimentation disponible (A1/A2)
	☐	%I1.2	SA_SUPPLYFAIL	Alimentation hors tolérance
	☐	%I1.3		Reserved
	☐	%I1.4		Reserved
	☐	%I1.5	SA_START	Démarrer la voie active
	☒	%I1.6	SA_K1	Relais K1 activé
	☒	%I1.7	SA_K2	Relais K2 activé
	☐	%I1.8		Reserved
	☐	%I1.9		Reserved
	☐	%I1.10		Reserved
	☐	%I1.11		Reserved
	☒	%I1.12	SA_WAITINGFORSTART	En attente de la condition de démarrage
	☐	%I1.13		Reserved

Et de 4 sorties logiques.

Bus d'E/S

Module 1 (TM3SAC5R/G)

Entrées numériques

Sorties numériques

ETH1

Modbus TCP

Adaptateur EtherNet/IP

SL1 (ligne série)

Modbus



Sorties numériques

	Utilisé	Adresse	Symbole	Valeur de repli	Commentaire
	☒	%Q1.0	SA_ENABLE	0	Activation des sorties de sécurité activée
	☐	%Q1.1	SA_RESETMODULE	0	Désactiver le module (source de courant hors tension)
	☐	%Q1.2	SA_KEEPAVIVE	0	La fonction de sécurité reste active même lorsque le bus ne répond plus (timeout)
	☐	%Q1.3		0	Reserved

Ces entrées et sorties sont utilisables dans l'application.
Les entrées logiques représentent les états du module de sécurité.
Les sorties logiques sont utilisées pour piloter le module.

Etape 2 : activation des sorties de sécurité du module

Les deux contacteurs internes K1 et K2 sont activés lorsque le bit %Q1.0 est mis à « 1 ».

Dans l'onglet « Programmation », créer un POU nommé « TM3SA ».

Un rung est créé pour activer la sortie %Q1.0.



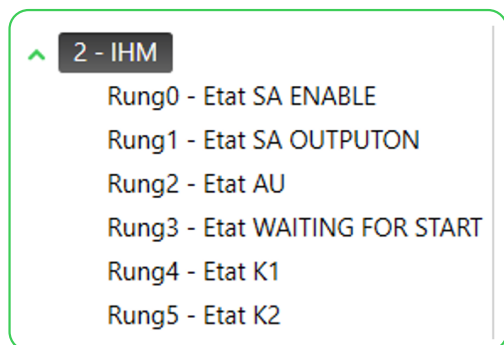
Le bit %Q1.0 est à 1 sans condition

Etape 3 : mémorisation des états de sécurité

Afin de connaître l'état du module de sécurité et des contacteurs de sécurité, des bits mémoires sont créés.

Dans l'onglet « Programmation », créer un POU nommé « IHM ».

Des rung sont créés pour recopier l'état du module TM3SA.



Rung 0 :

Recopie de l'état « Enable » du module dans un bit mémoire %M0.



Rung 1 à 3 :

Recopie de l'état « OUTPUTON » du module dans un bit mémoire %M10.

Recopie de l'état « SUPPLY » du module dans un bit mémoire %M11.

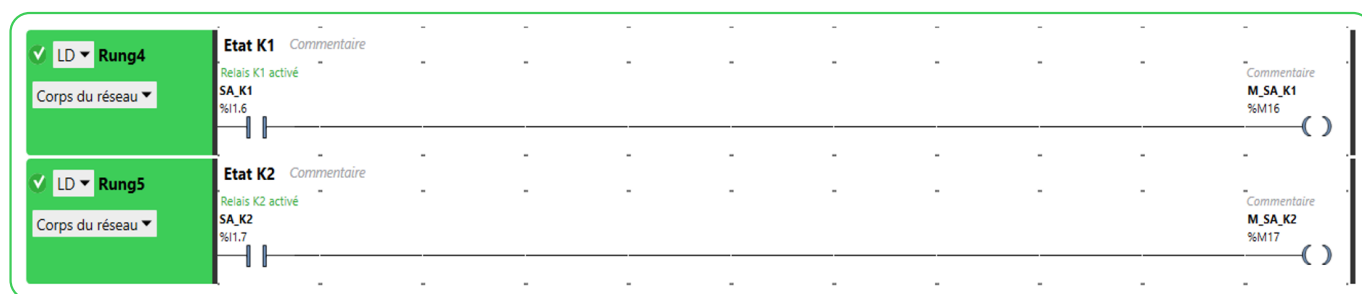
Recopie de l'état « WAITINGFORSTART » du module dans un bit mémoire %M12.



Rung 4 et 5 :

Recopie de l'état « K1 » du module dans un bit mémoire %M16.

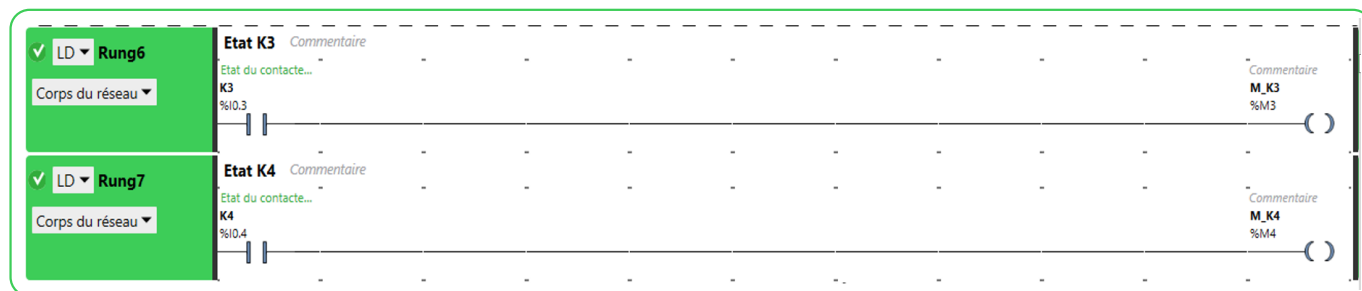
Recopie de l'état « K2 » du module dans un bit mémoire %M17.



Deux rung sont créés pour recopier l'état des entrées logiques de l'automate :

Recopie de l'état « K3 » du module dans un bit mémoire %M3.

Recopie de l'état « K4 » du module dans un bit mémoire %M4.



Tous ces bits mémoire indiquent l'état du système : en veille, en sécurité, prêt au réarmement. Ils seront utilisés par l'IHM pour superviser la chaîne de sécurité.

	Symbole	Veille	Sécurité	Prêt Réarm
%M0	M_SA_ENABLE	1	1	1
%M10	M_SA_OUTPUTON	1	0	0
%M11	M_SA_SUPPLY	1	0	1
%M12	M_SA_WAITSTART	0	0	1
%M16	M_SA_K1	1	0	0
%M17	M_SA_K2	1	0	0
%M3	M_K3	1	0	0
%M4	M_K4	1	0	0

Les bits %M10 et %M11 donnent l'état du bouton Arrêt d'Urgence.

		Déclenché	Enclenché	Libéré
%M10	M_SA_OUTPUTON	1	0	0
%M11	M_SA_SUPPLY	1	0	1

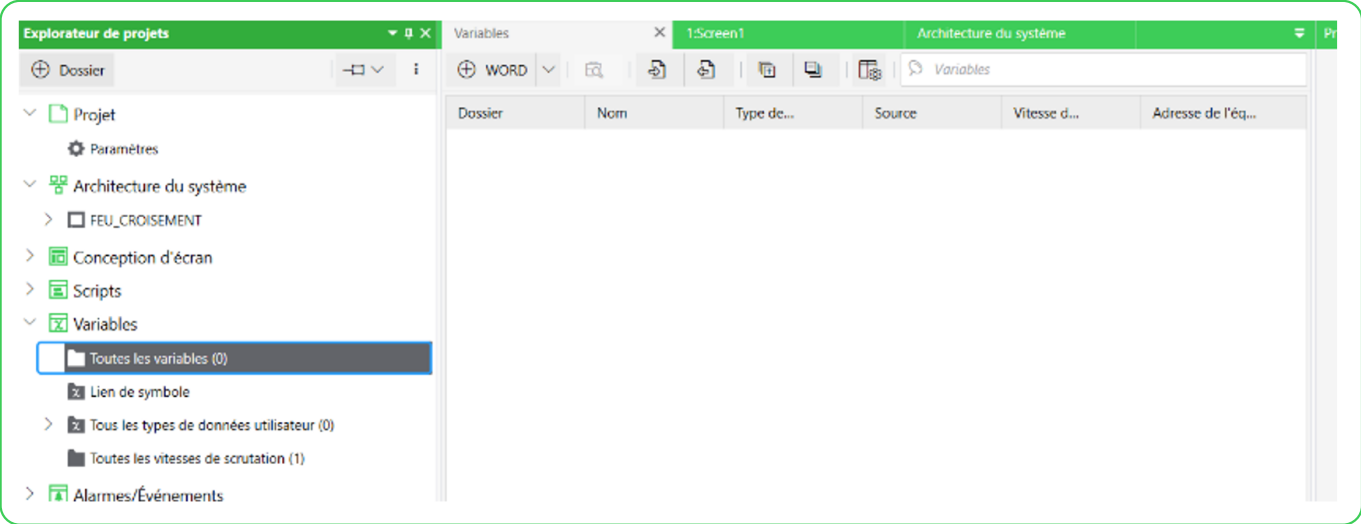
Enregistrer le projet.

Etape 4 : paramétrage de l'IHM

Ouvrir le logiciel **Operator Terminal Expert** et créer un projet avec l'IHM HMIST6400. (Voir Tutoriel communication et IHM).

> Création des variables dans l'IHM

Dans l'explorateur de projets, **cliquez sur l'onglet « Variables », puis « Toutes les variables ».**



A partir de cette interface, **créer toutes les variables nécessaires.**

Chaque variable est définie par :

- Le nom : le symbole ou un nom explicite
- Le type de données : booléen
- La source de données : externe

Le tableau des variables est saisi :

Nom	Type de données	Source	Vitesse de scrutation	Adresse de l'équipement
M_SA_ENABLE	BOOL	TM221TCP	DefaultScanRate (100ms)	%M0
M_K3	BOOL	TM221TCP	DefaultScanRate (100ms)	%M3
M_K4	BOOL	TM221TCP	DefaultScanRate (100ms)	%M4
M_SA_OUTPUTON	BOOL	TM221TCP	DefaultScanRate (100ms)	%M10
M_SA_SUPPLY	BOOL	TM221TCP	DefaultScanRate (100ms)	%M11
M_SA_WAITSTART	BOOL	TM221TCP	DefaultScanRate (100ms)	%M12
M_SA_K1	BOOL	TM221TCP	DefaultScanRate (100ms)	%M16
M_SA_K2	BOOL	TM221TCP	DefaultScanRate (100ms)	%M17

Toutes ces variables pourront être utilisées dans les écrans.



> Création de l'écran

Dans l'explorateur de projets, **cliquer sur « Conception d'écran » et sélectionner l'écran 1 (S00001).**

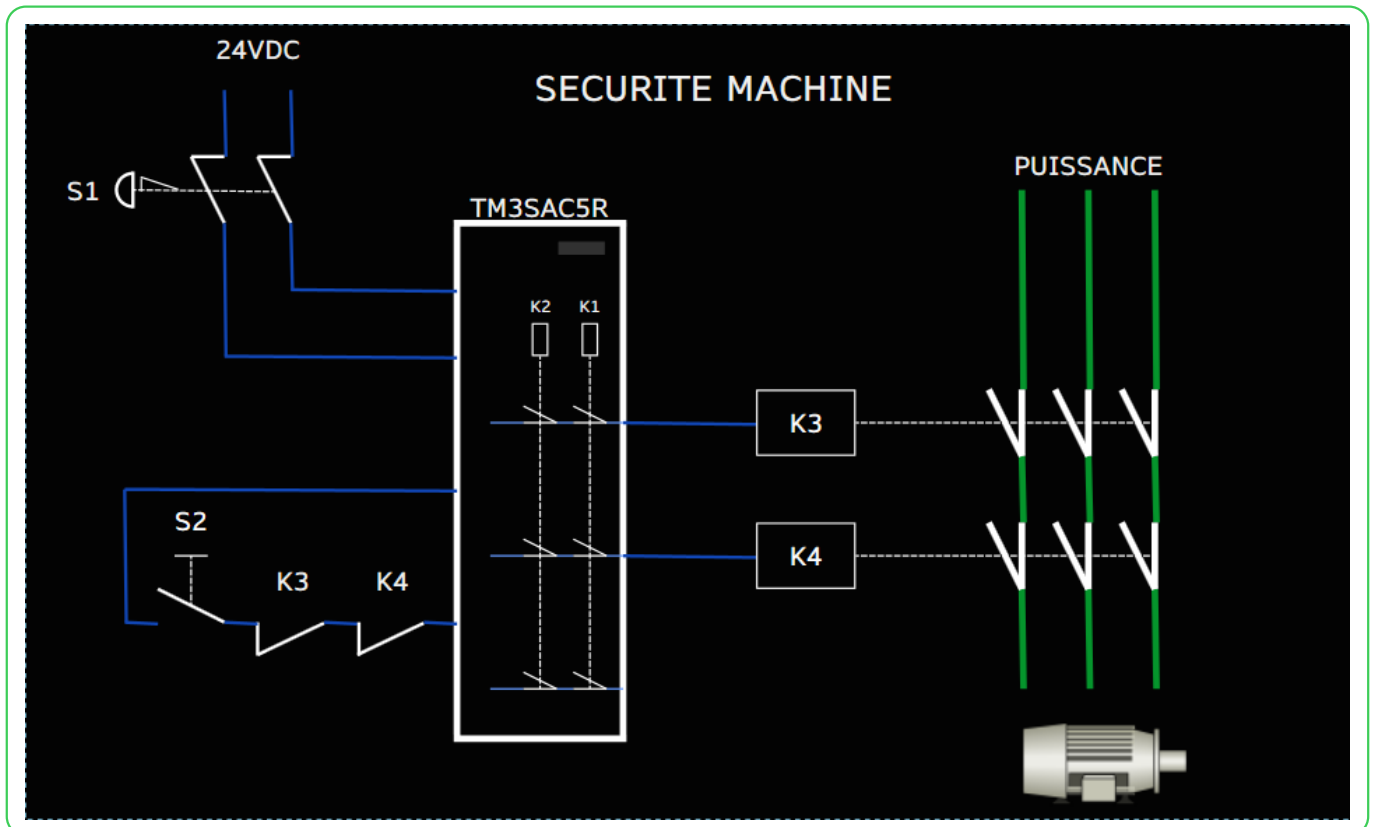
La création d'objets via OTE se fait à partir d'une bibliothèque d'objets disponibles en bas à gauche de l'explorateur de projets.

Des objets visant à modifier l'arrière-plan de l'écran, des composants permettant l'affichage de certaines données mais aussi des boutons, des formes et des images prédéfinies sont disponibles.

TextBox

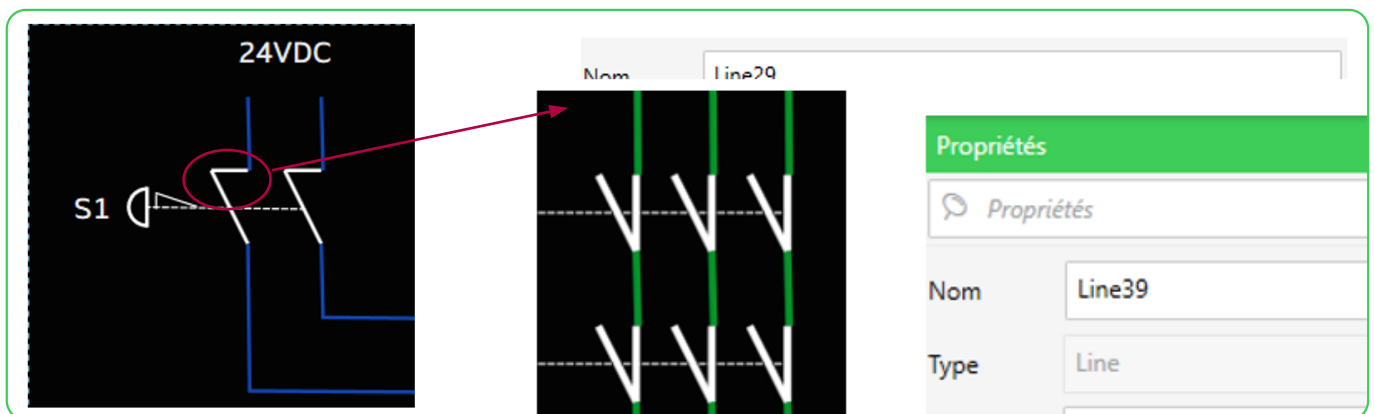
En utilisant l'objet « Zone de texte » **Zone de texte** , **ajouter des textes pour le titre par exemple.**

En utilisant les objets « Formes » , **ajouter des rectangles et des lignes** pour représenter le schéma simplifié de la chaîne de sécurité.



Les contacts sont animés :

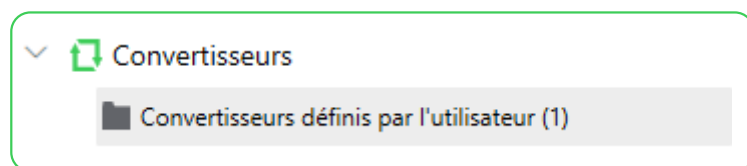
Exemple du contact normalement fermé du bouton Arrêt d'urgence.



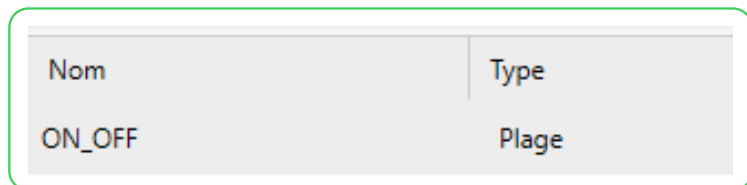
La ligne horizontale (Line 29) est animée en visibilité par la variable « M_SA_SUPPLY »

Pour que cette ligne disparaisse lorsque le bouton Arrêt d'Urgence est enclenché, il faut utiliser l'inverse de la variable.

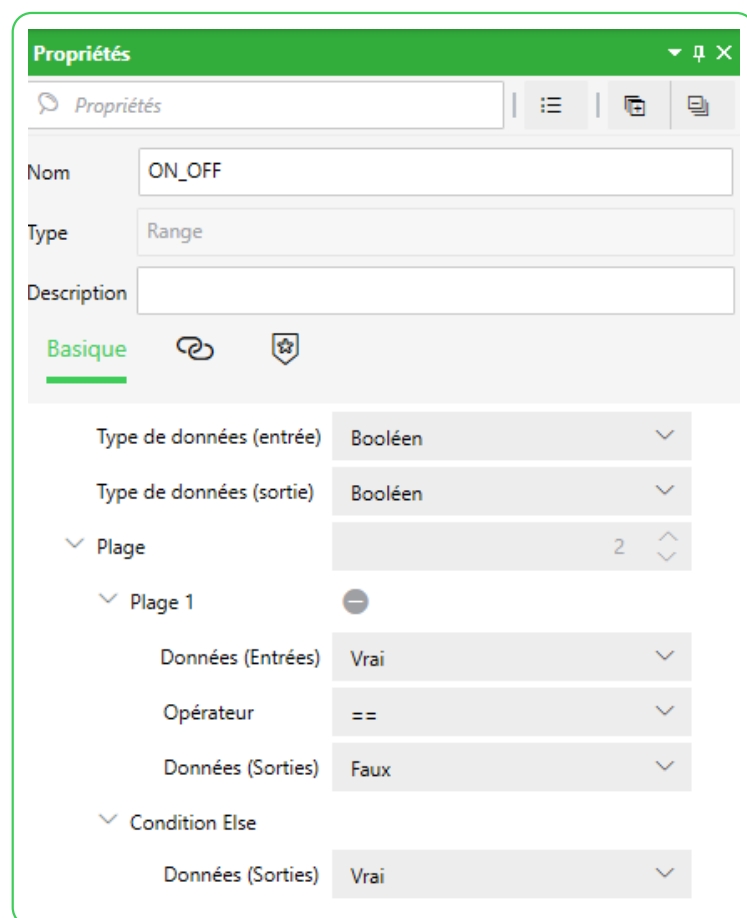
Création d'un convertisseur.



Le nom du convertisseur est « ON_OFF ».



Il inverse la valeur du bit.



Pour l'animation de visibilité, on utilise donc la variable avec le convertisseur.

Dossier	Nom	Type de d...	Adresse d...	Source
	M_SA_ENABLE	BOOL	%M0	TM221TCP
	M_K3	BOOL	%M3	TM221TCP
	M_K4	BOOL	%M4	TM221TCP
	M_SA_OUTPUTON	BOOL	%M10	TM221TCP
	M_SA_SUPPLY	BOOL	%M11	TM221TCP
	M_SA_WAITSTART	BOOL	%M12	TM221TCP
	M_SA_K1	BOOL	%M13	TM221TCP

Procéder de la même façon pour tous les contacts animés en choisissant la bonne variable d'animation.

Pour les contacts de puissance :

Le contact « ouvert » est animé par

Propriétés

Nom: Line39

Type: Line

Description:

Fonction: Forme

Visibilité: M_K3.Value

Ce contact est animé en visibilité par la variable « M_K3 » sans convertisseur. L'indicateur est « jaune plein ».

Le contact « fermé » est animé en visibilité par la même variable mais en cochant le convertisseur.

Propriétés

Nom: Line63

Type: Line

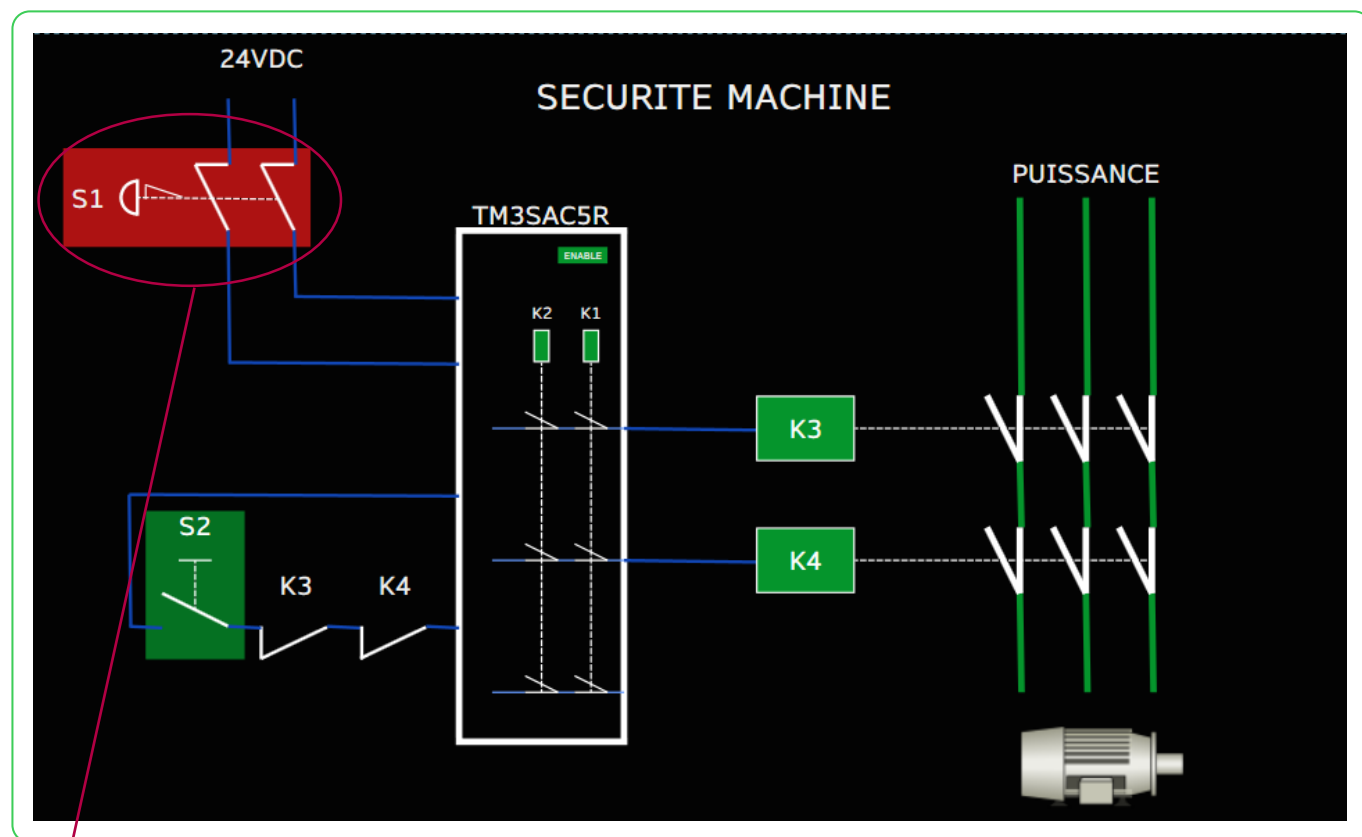
Description:

Fonction: Forme

Visibilité: M_K3.Value

L'indicateur est « jaune blanc » pour signaler une modification de la variable.

Ajouter des voyants pour matérialiser les changements d'états.



Ce voyant dispose des propriétés suivantes :

Propriétés

Nom: Lamp7

Type: Lamp

Description:

Fonction: **Forme**

Texte: **Basique** Taille/Emplacement

▼ Désactivé

- > Remplissage: None
- > Bordure: None
- Epaisseur de bordure: 4
- Afficher l'image: ☐
- Image:

▼ Actif

- > Remplissage: None
- > Bordure:
- Epaisseur de bordure: 3
- Afficher l'image: ☐
- Image:

> Disposition de l'image

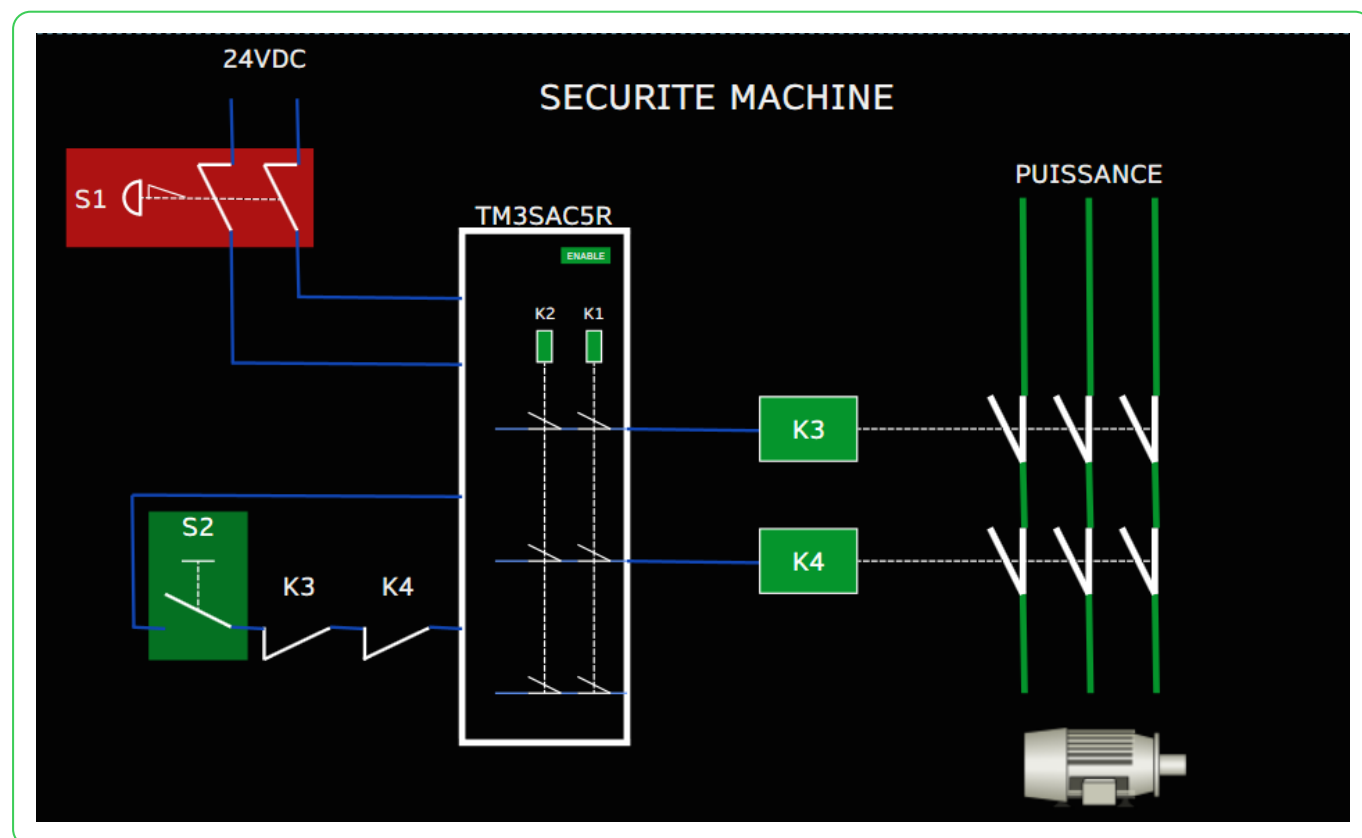
Transparence: 0

> Description

Propriétés | Liste d'objets | Événements

Il est animé par la variable « M_SA_SUPPLY » avec le convertisseur.

Le résultat final est le suivant :



Générer et enregistrer le projet.

Mise en service

1 Vérification du câblage

Le câblage du coffret et des boîtes feux de croisement doit être vérifié.

2 Mise sous tension

La mise sous tension du coffret se fait « porte fermée » en basculant le sectionneur général sur la position 1. Vérifier que le voyant blanc « sous tension » est allumé.

3 Chargement du programme dans l'automate

Cette opération ne peut être réalisée que par une personne habilitée.

✓ Machine Expert Basic (TM221)

Pour le transfert dans l'automate, connecter un cordon USB – MiniUSB puis, dans l'onglet « **Mise en service** », cliquer sur le bouton « **Connection** » puis choisir « **PC vers contrôleur** ». Démarrer le contrôleur.

✓ Operator Terminal Expert (HMIST6400)

Pour le transfert dans l'IHM, connecter un cordon USB – MicroUSB puis cliquer sur le bouton « **Transférer** ».



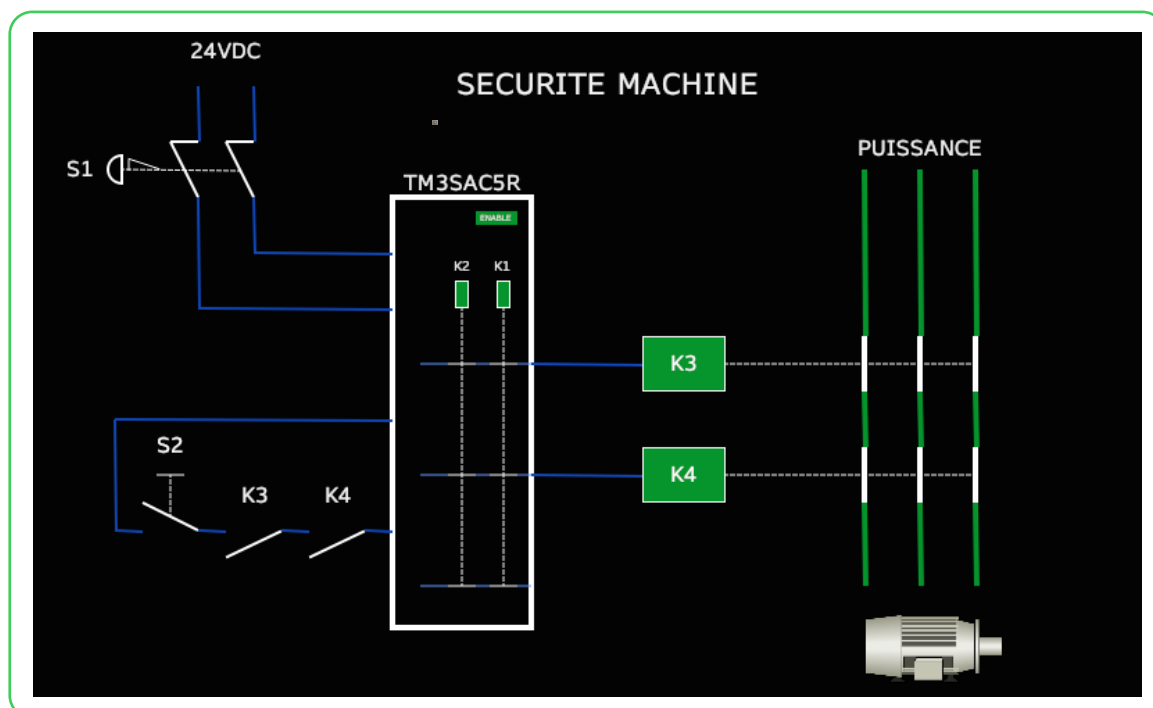
Essais

Etat Veille

Le système est sous tension et le bouton Arrêt d'Urgence est déclenché. **Appuyer sur le bouton poussoir de réarmement.**

Les contacteurs K3 et K4 se ferment, la puissance est disponible pour la machine.

Sur l'IHM, les contacts sont animés :

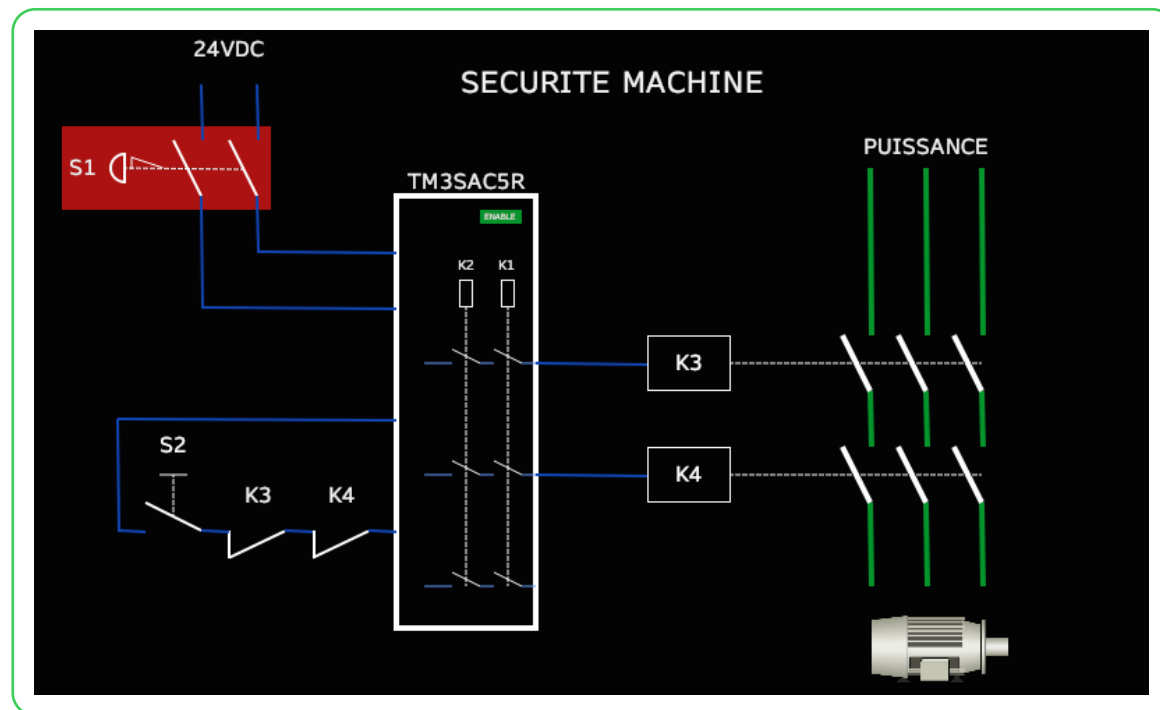


Arrêt d'Urgence

Appuyer sur le bouton Arrêt d'Urgence.

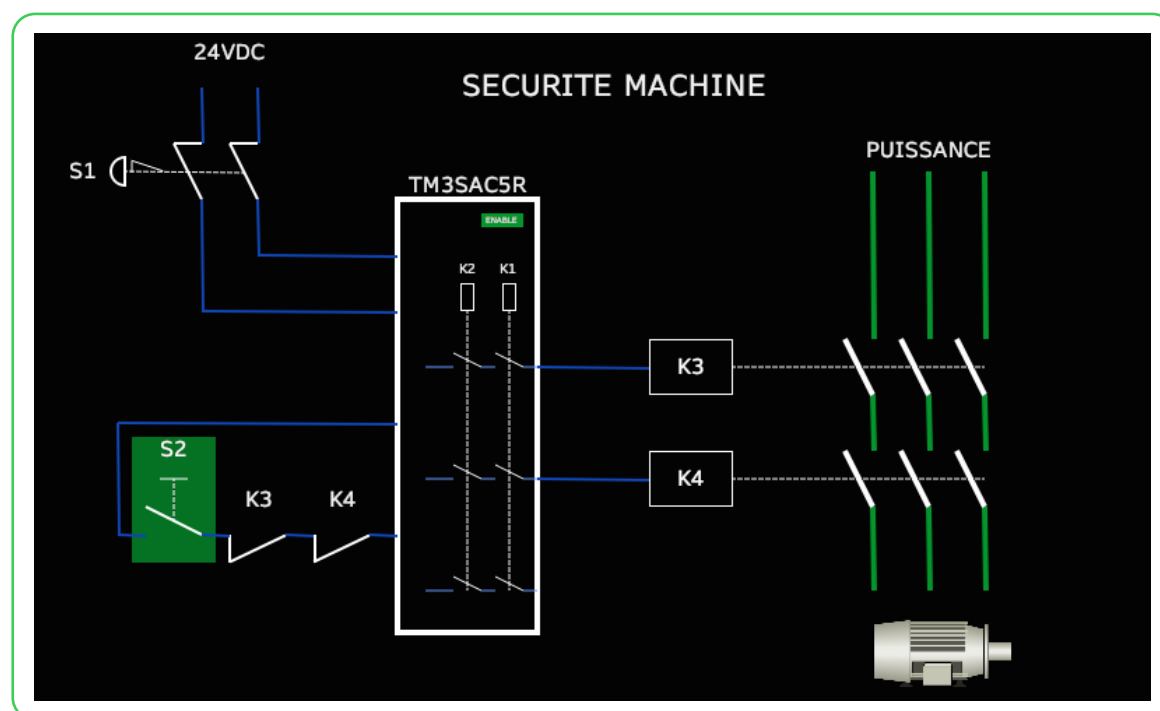
Les contacteurs K3 et K4 s'ouvrent, la puissance n'est plus disponible, la machine s'arrête instantanément. Le système est en sécurité.

Sur l'IHM, les contacts sont animés :



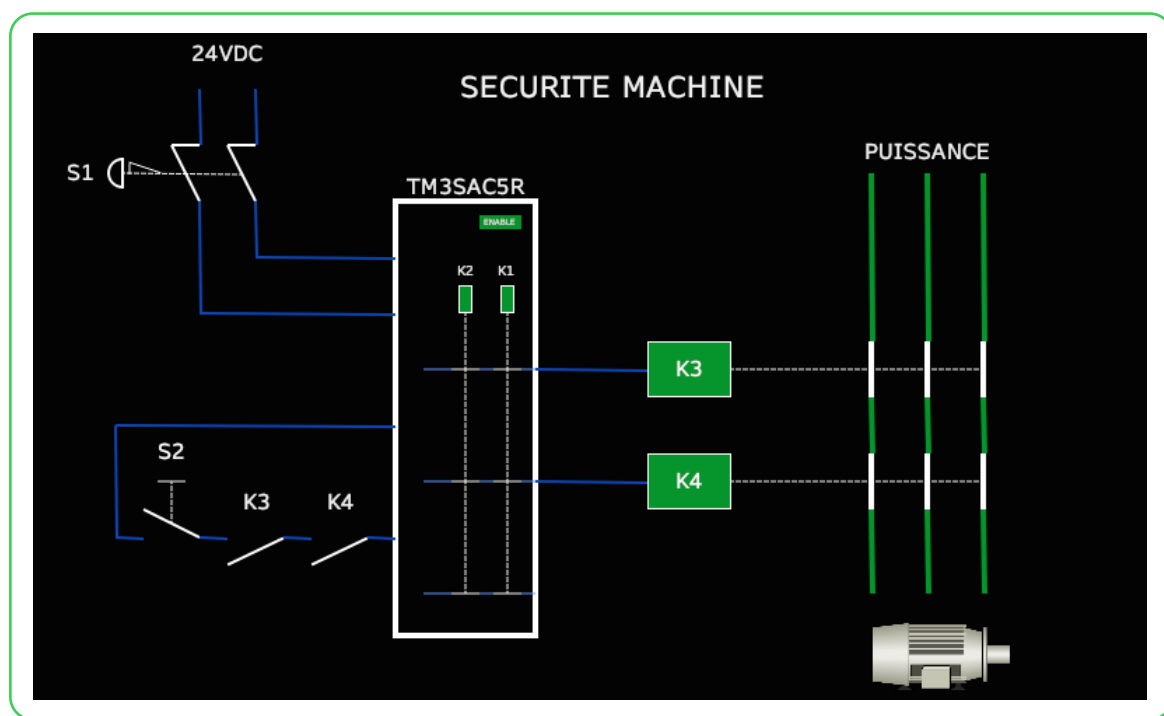
Réarmement

Libérer le bouton Arrêt d'urgence.



Le réarmement est possible. Appuyer sur le bouton poussoir de réarmement.

Le système est de nouveau opérationnel.



Les contacts K3 et K4 sont fermés, la puissance est disponible.

En synthèse

Où trouver les applications
et les logiciels ?

Récupérer
les logiciels gratuits :
EcoStruxure Machine
Expert Basic



Que je dois retenir ?



- ✓ Réaliser l'analyse fonctionnelle à partir du cahier des charge.
- ✓ Structurer l'application à partir de l'analyse fonctionnelle.
- ✓ Écrire l'application en fonction du schéma électrique.
- ✓ Charger l'application.
- ✓ Tester le fonctionnement en sécurité.

Pour aller plus loin

Apprendre à programmer un automate process M580

Life Is On



se.com/fr

Schneider Electric France

Direction Marketing Communication France

Le Hive

35, rue Joseph Monier

92500 Rueil-Malmaison, France

Conseils et services

se.com/fr/contact

© 2023 Schneider Electric. Tous droits réservés. Life Is On Schneider Electric est une marque commerciale appartenant à Schneider Electric SAS, ses filiales et ses sociétés affiliées.
En raison de l'évolution des normes et du matériel, les caractéristiques indiquées par les textes et les images de ce document ne nous engagent qu'après confirmation par nos services.
Life Is On : la vie s'illumine - Conception, réalisation : Collectif OKA/FRV100