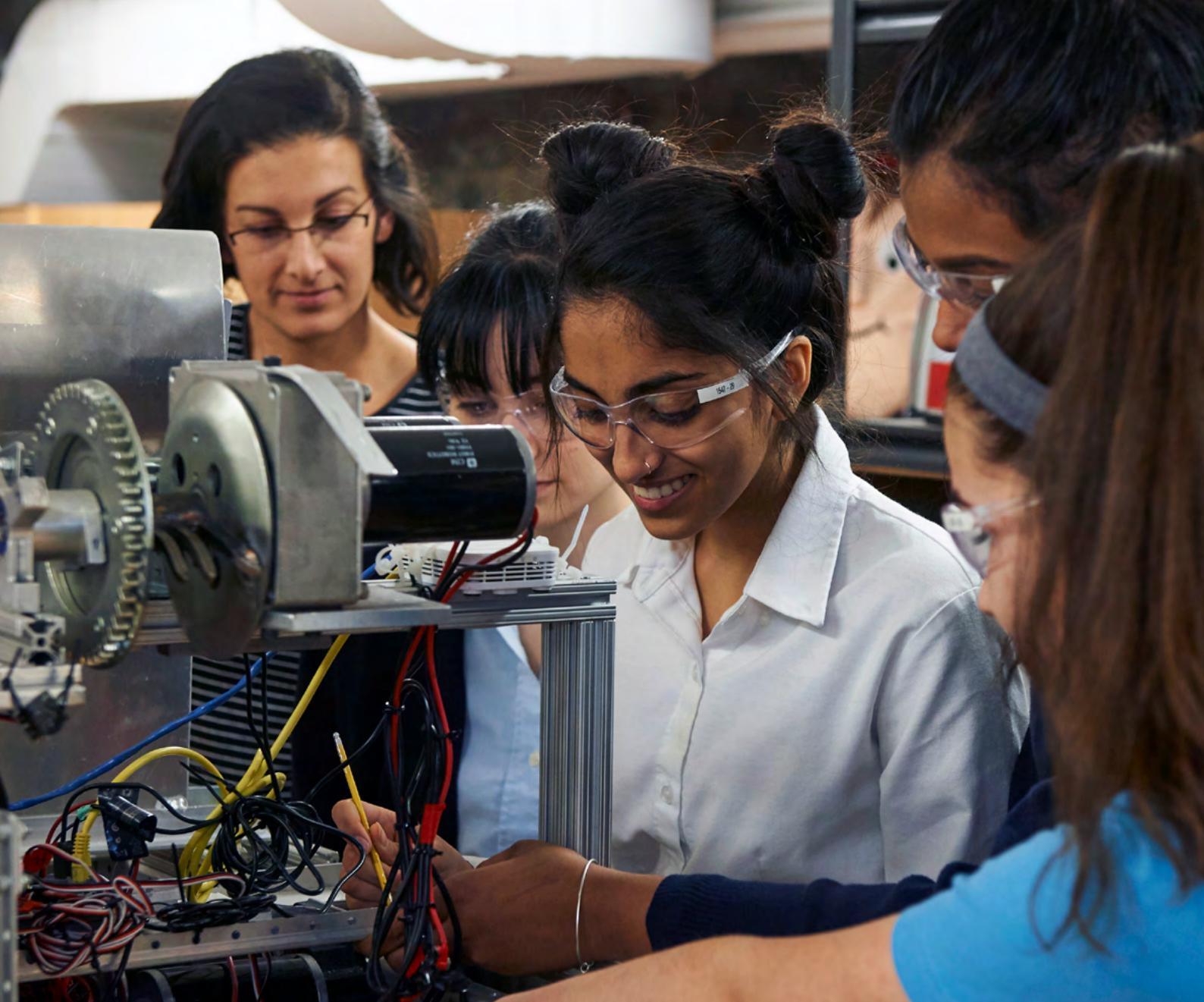




Applications de l'industrie connectée

Niveau 1

Application automatisme séquentiel tout ou rien feux de croisement
pour apprendre à programmer un automate machine

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 automatisation séquentiel tout ou rien feux de croisement

- 05 Objectif : apprendre les bases de la programmation d'un automate machine de type Modicon M221

05 | Mise en application

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

11 | Écriture du programme

- 11 Les points clés
- 12 Descriptif du programme applicatif
- 20 Que fait le programme ?
- 22 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.**

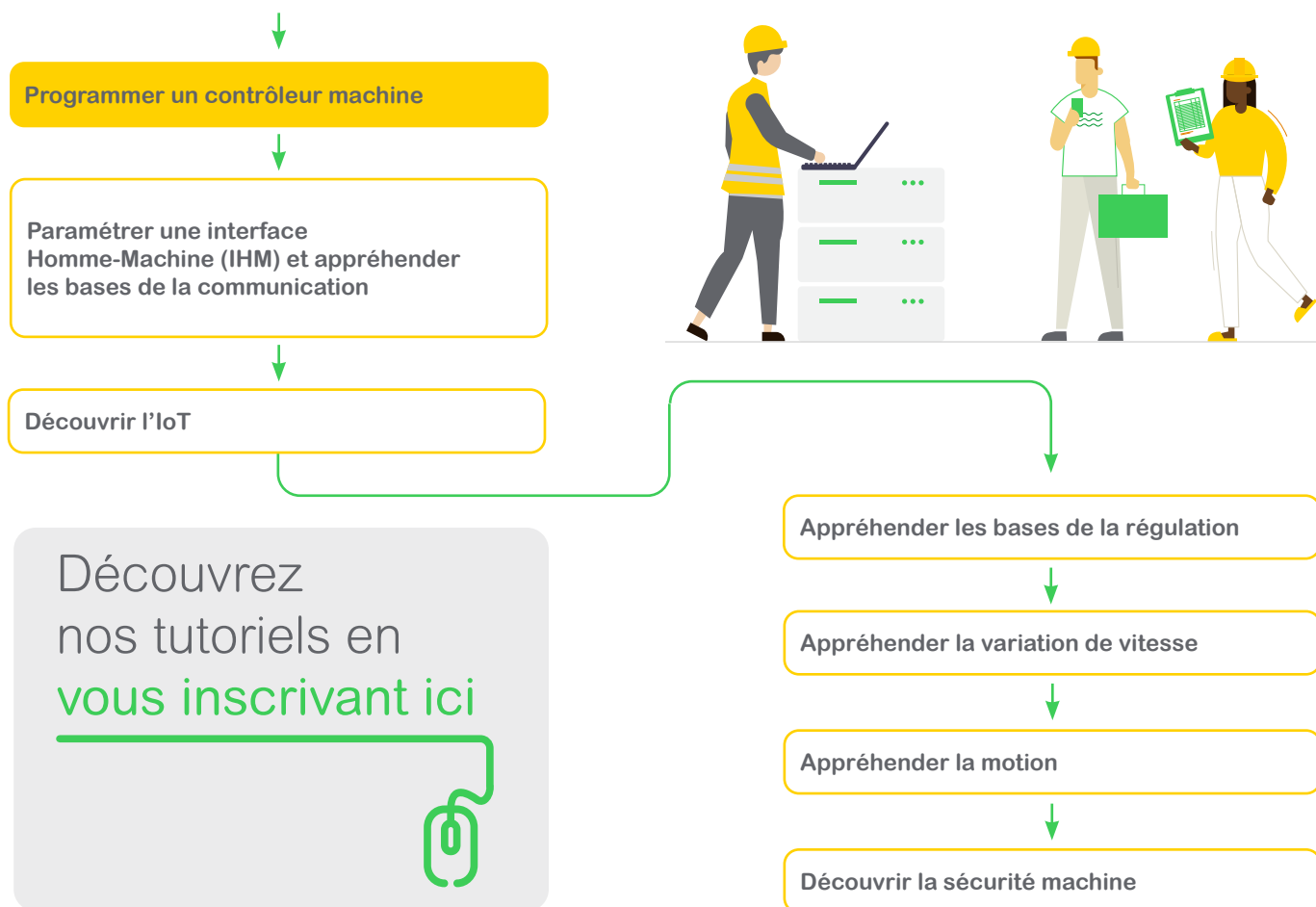
Niveau 3

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 automatisme séquentiel tout ou rien feux de croisement

Objectif : apprendre les bases de la programmation d'un automate machine de type Modicon M221

Pourquoi l'automatisme séquentiel ?

L'automatisme séquentiel

Aujourd'hui, la majorité des procédés industriels sont automatisés. L'automatisme séquentiel qui permet de commander des actions en cycle est une des premières compétences à acquérir. Le choix de Schneider Electric s'est orienté vers le contrôleur Modicon M221 très utilisé dans ce type d'application.

Mise en application

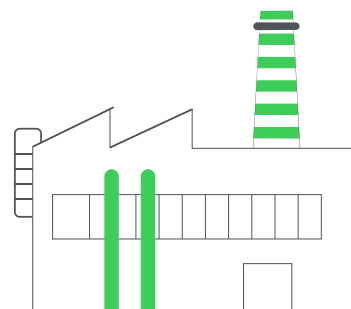
Mise en contexte

Un technicien dans une usine doit réaliser des coffrets pour automatiser les feux de croisements présents sur le site.

Ces feux de croisement ont trois couleurs **Rouge**, **Orange** et **Vert**, ainsi qu'un commutateur pour prioriser une voie.

L'application sera développée pour des automates Schneider Electric de type M221.

Un banc de test permet de valider l'application, il sera composé du coffret avec l'automate et des boîtiers avec voyants et bouton poussoir pour simuler l'installation réelle.



Mise en œuvre de l'application

Les produits nécessaires au développement de l'application comprennent :

- ✓ un lot de 3 automates M221
- ✓ un lot de 3 alimentations

Référence	Libellé	Quantité
MD2M221RX3	Lot de 3 M221 Éducation 240V sorties relais	1
MD2ALIM24X3	Lot de 3 alimentations 24VDC 3.1A 75W tension d'entrée 240V	1

Matériel non fourni dans les packs ou optionnel

Référence	Libellé	Quantité
A9P71610	Acti9 iDT40K - disjoncteur modulaire - 1P+N - 10A - courbe C - 4500A/4,5kA	1
NSYS3D4420	Spacial S3D - H400xL400xP200 - porte pleine	1
NSYMR44	Spacial - châssis perforé Telequick - acier - pour coffret H=400xL=400mm	1
XB5AVM1	Harmony XB5 - voyant lumineux DEL - Ø22 - blanc - 230V	1
ZBY2101	Harmony - porte-étiquette plate 30x40 - plastique noir - avec étiqu 8x27	1
KAF1PZ	TeSys KAF - commande rotative frontale - pour VN-12- poignée noire	1
VN12	TeSys mini Vario - bloc de base pour interrupteur-sectionneur - 3P - 12A	1
VZ8	TeSys Vario - cache-bornes - 3P - pour V02.V2	1
NSYTRP22	Borne push-in - passant - 2 points - 2,5mm ² - gris	14
NSYTRP22PE	Borne push-in - pour conducteur de protection - 2 points - 2,5mm ² - vert/jaune	2
ZB5AV05	Harmony XB5 – tête voyant lumineux DEL - Ø22 - orange	2
ZB5AV03	Harmony XB5 – tête voyant lumineux DEL - Ø22 - vert	2
ZB5AV04	Harmony XB5 – tête voyant lumineux DEL - Ø22 - rouge	2
XALD01	Harmony XAL - boîte 1 trou Ø22 - couvercle gris foncé - fond gris clair	1
XALD03	Harmony XAL - boîte 3 trous Ø22 - couvercle gris foncé - fond gris clair	2
ZB5AA2	Harmony XB5 - bouton poussoir - Ø22 - noir	1
ZENL1111	Harmony XAL - bloc contact F pour boîte - raccordement vis étrier	1
ZALVB1	Harmony bloc lumineux pour boîte à boutons - LED Universelle intégrée - 24V	6

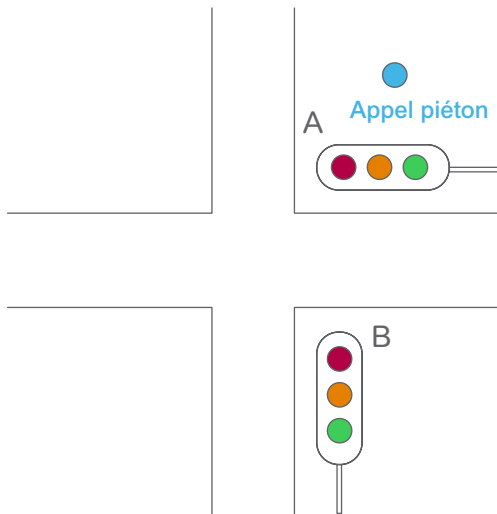
Consignes de sécurité

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



Analyse fonctionnelle



La partie opérative est composée de deux feux de signalisation (rouge, orange et vert) sur la voie A et sur la voie B.

Le bouton d'Appel piéton interrompt le cycle du feu A et passe celui-ci à l'Orange puis au Rouge. Aucune action si le feu A était déjà au Rouge.

Un feu de signalisation seul fonctionne selon ce cycle :

vert (10 secondes)
orange (2 secondes)
rouge (18 secondes)

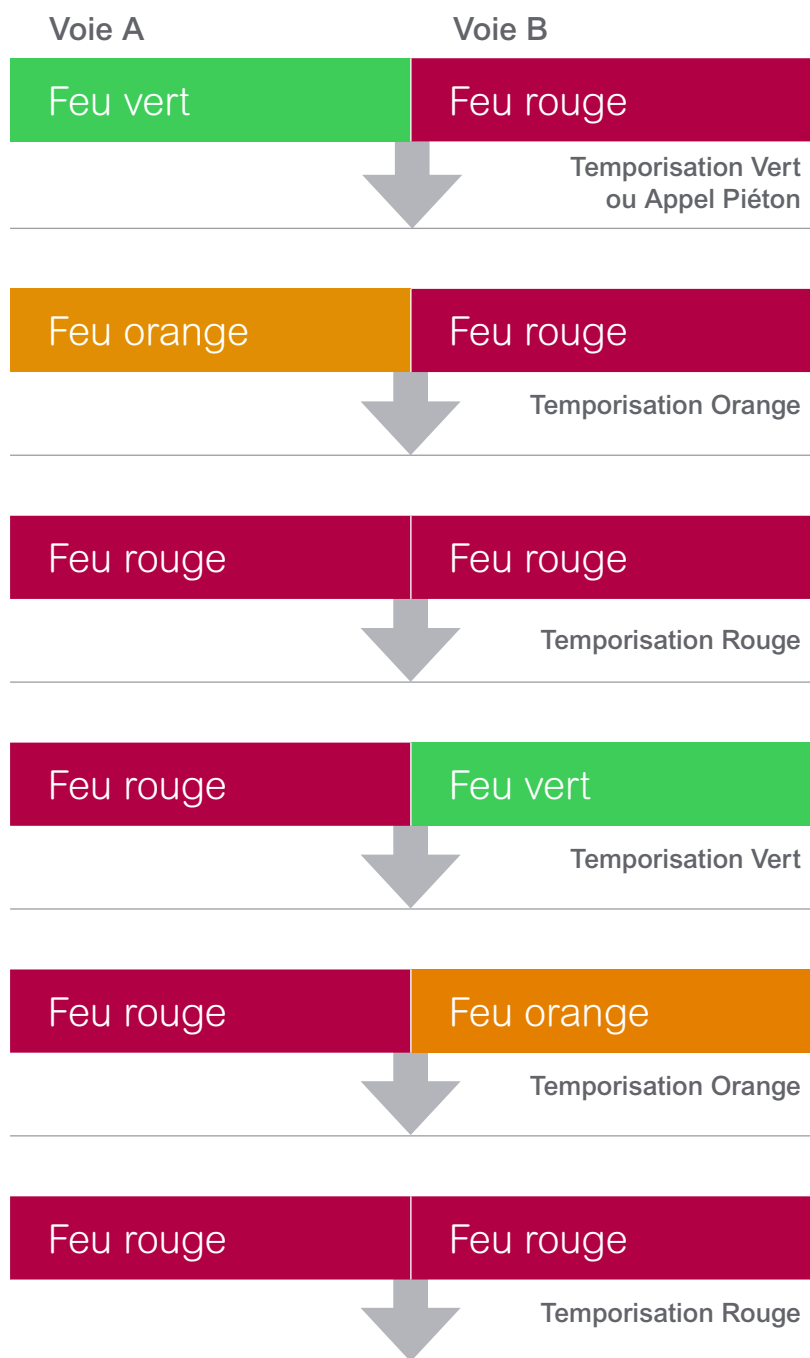
Les temporisations sont modifiables par mots constants.

Combinaisons interdites :

Feu Vert voie A et **Feu Vert** voie B
Feu Vert voie A et **Feu Orange** voie B
Feu Orange voie A et **Feu Vert** voie B

Combinaison autorisée :

Feu Rouge voie A et **Feu Rouge** voie B



- Avec une Temporisation Vert = 10s.
les feux vert seront allumés pendant 10s.
- Avec une Temporisation Orange = 2s.
les feux orange seront allumés pendant 2s.
- Avec une Temporisation Rouge = 3s.
les feux rouge seront allumés $3 + 10 + 2 + 3 = 18$ s.

Schéma de principe

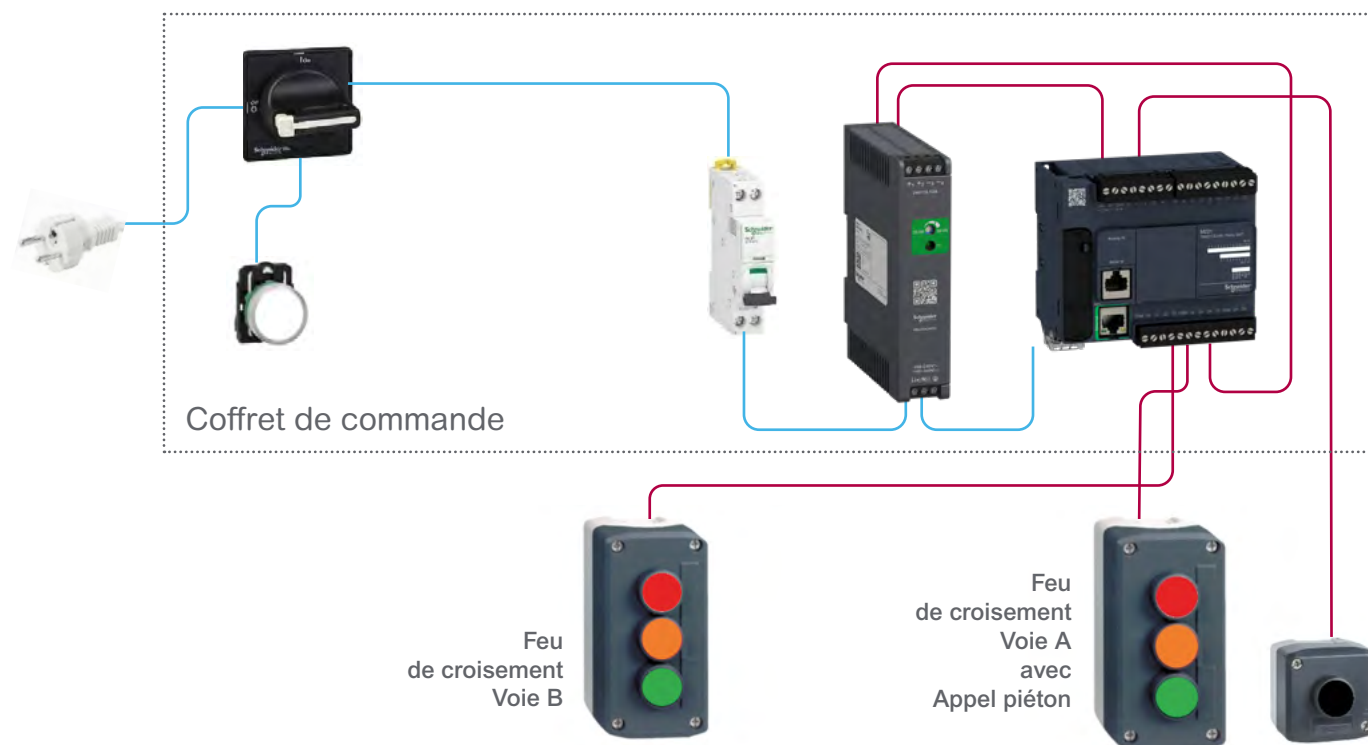
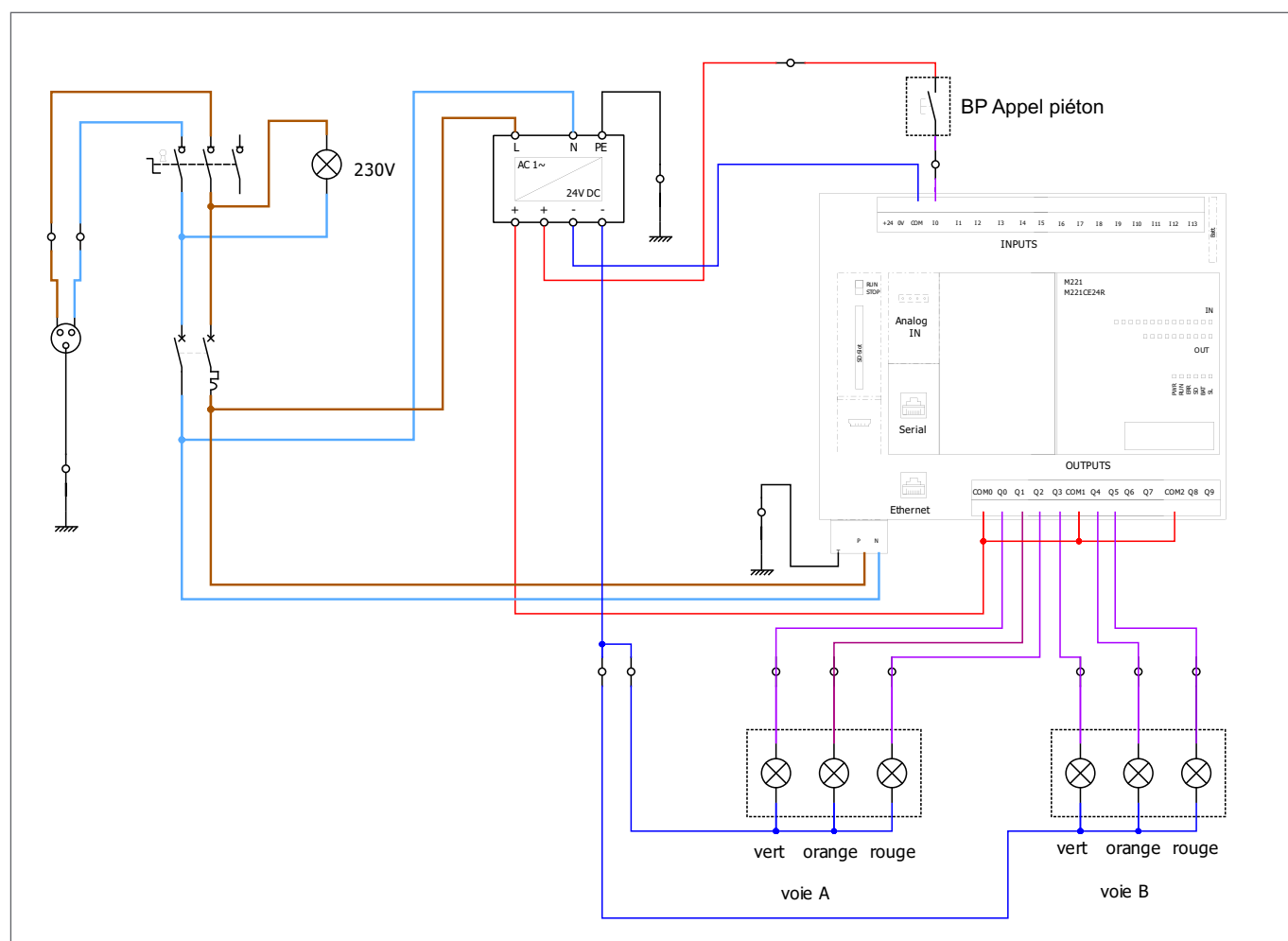


Schéma de câblage



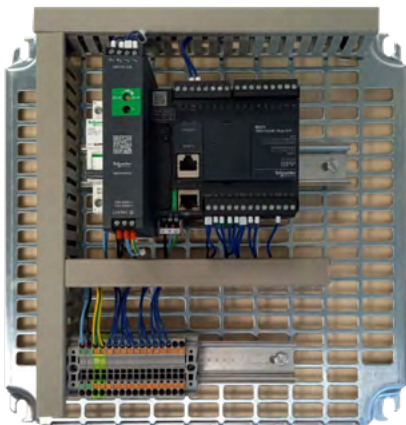
Réalisation du câblage

Pour valider le programme de l'automate, on réalise le câblage dans un coffret électrique en respectant les règles de l'art. Les feux de croisement sont simulés par des boîtes plastiques équipées de voyants vert, orange et rouge. L'Appel piéton est un bouton poussoir dans une boîte plastique.

La protection (disjoncteur), l'alimentation 24VDC et l'automate sont fixés sur un rail DIN.
Des goulottes des câblages protègent les fils de connexion.

Un bornier permet de connecter le câble d'alimentation 230VAC ainsi que le bouton Appel piéton et les deux feux voie A et voie B.

Le câblage est réalisé suivant le schéma de câblage.



Platine câblée



Coffret équipé de la platine câblée



Boîte 3 voyants câblée : feu voie A et voie B



Écriture du programme

Les points clés

• Propriétés

- Les informations du projet peuvent être complétées.
- Les protections sont inactives (pas de mot de passe).

The screenshot shows a software configuration window titled 'Protection de l'application'. On the left is a sidebar menu with the following items: 'Propriétés du projet', 'Première page', 'Société', 'Informations du projet', 'Protection du projet', and 'Protection de l'application' (which is highlighted with a yellow icon). The main area of the window is titled 'Protection de l'application' and contains a yellow warning icon with the text 'Vous devez activer les deux protections d'application'. Below this, there are two sections: 'Protection en lecture' and 'Protection en écriture'. Each section has a radio button for 'Actif' and 'Inactif'. The 'Inactif' option is selected in both sections. For 'Protection en lecture', the 'Inactif' option is accompanied by the text 'Le chargement de l'application à partir du contrôleur ne fait l'objet d'aucune limite.' For 'Protection en écriture', the 'Inactif' option is accompanied by the text 'Le téléchargement d'une application vers le contrôleur ou la modification de l'application dans le contrôleur ne fait l'objet d'aucune limite.' Each section also has input fields for 'Mot de passe' and 'Confirmation', which are currently empty.

• Configuration de l'automate

L'automate utilisé dans cette application porte la référence : **TM221CE24R**

• Configuration des entrées et des sorties Tout Ou Rien

Le schéma électrique définit les entrées et sorties « Tout Ou Rien » utilisées dans cette application :

- le bouton poussoir **Appel piéton** est câblé sur l'entrée numérique **%I0.0**, son symbole est « **AP** »,
- la sortie numérique **%Q0.0** est câblée sur le **voyant vert** du feu de la **voie A**, son symbole est « **VA** »,
- la sortie numérique **%Q0.1** est câblée sur le **voyant orange** du feu de la **voie A**, son symbole est « **OA** »,
- la sortie numérique **%Q0.2** est câblée sur le **voyant rouge** du feu de la **voie A**, son symbole est « **RA** »,
- la sortie numérique **%Q0.3** est câblée sur le **voyant vert** du feu de la **voie B**, son symbole est « **VB** »,
- la sortie numérique **%Q0.4** est câblée sur le **voyant orange** du feu de la **voie B**, son symbole est « **OB** »,
- la sortie numérique **%Q0.5** est câblée sur le **voyant rouge** du feu de la **voie B**, son symbole est « **RB** ».

• Configuration des ports de communication

- Le port série SL1 n'est pas utilisé, sa configuration est laissée par défaut
- Le port Ethernet ETH1 peut être utilisé, l'adresse IP, le masque de sous réseau sont paramétrés :

Adresse IP fixe

@IP : 192.168.1.10 / 255.255.255.0

Paramètres de sécurité :

- ✓ protocole de programmation activé
- ✓ serveur Modbus activé
- ✓ protocole de recherche automatique activé

Descriptif du programme applicatif

• Programmation

> Comportement

 **Comportement**

Démarrage

Mode de démarrage Démarrer en mode Run

Chien de garde

Période (10 à 500 ms) 250

Comportement de repli

☒ Valeurs de repli ☐ Conserver les valeurs

Niveau fonctionnel

Niveau 12.0

Niveau 11.0

Niveau 10.2

Niveau 10.1

Description

EcoStruxure Machine Expert - Basic V1.2 (prend en charge le nouveau mode de préréglage du temporisateur)

Options

Caractère de fin de chaîne CR (retour chariot)

-Le mode démarrage en RUN est sélectionné.

L'automate sera en RUN lors de chaque mise sous tension sans action extérieure.

> Tâche maître

 **Tâche maître**

Mode de scrutation

☐ Normal

☒ Période (1 à 150 ms)

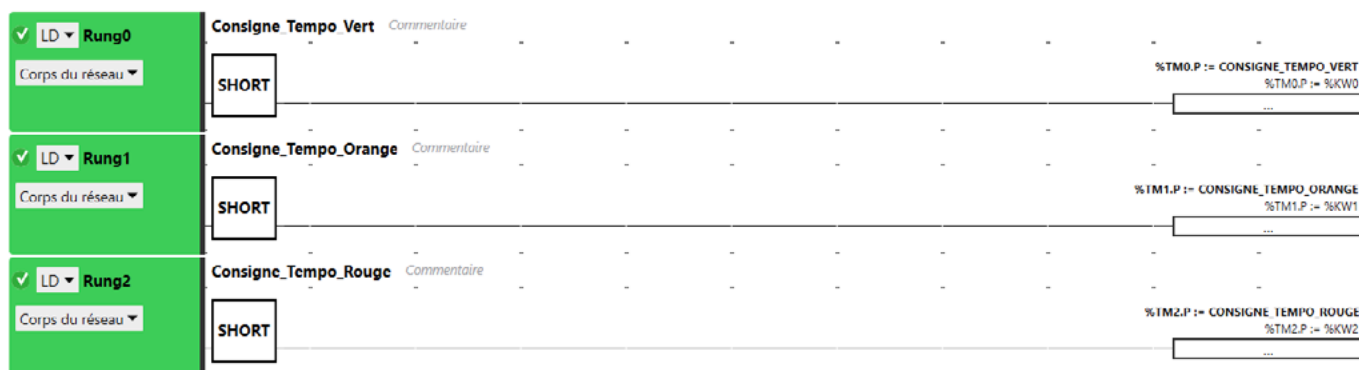
Période 100

Le mode de scrutation de la tâche maître est périodique avec un cycle de 100ms.

Des POU (Unité d'Organisation de Programme) sont créés.

1 Paramètres

Trois lignes de programme permettent de définir les temporisations Vert, Orange et Rouge à partir de valeurs constantes. Les mots constants sont %KWx. Les consignes de temps sont %TMx.P.



2 Entrées

Une ligne permet de recopier l'état de l'entrée numérique AP (%I0.0) dans une variable locale de type booléen M_AP (%M10).

3 Grafcet POU

Ce POU est la représentation graphique du Grafcet séquentiel correspondant à l'analyse fonctionnelle.

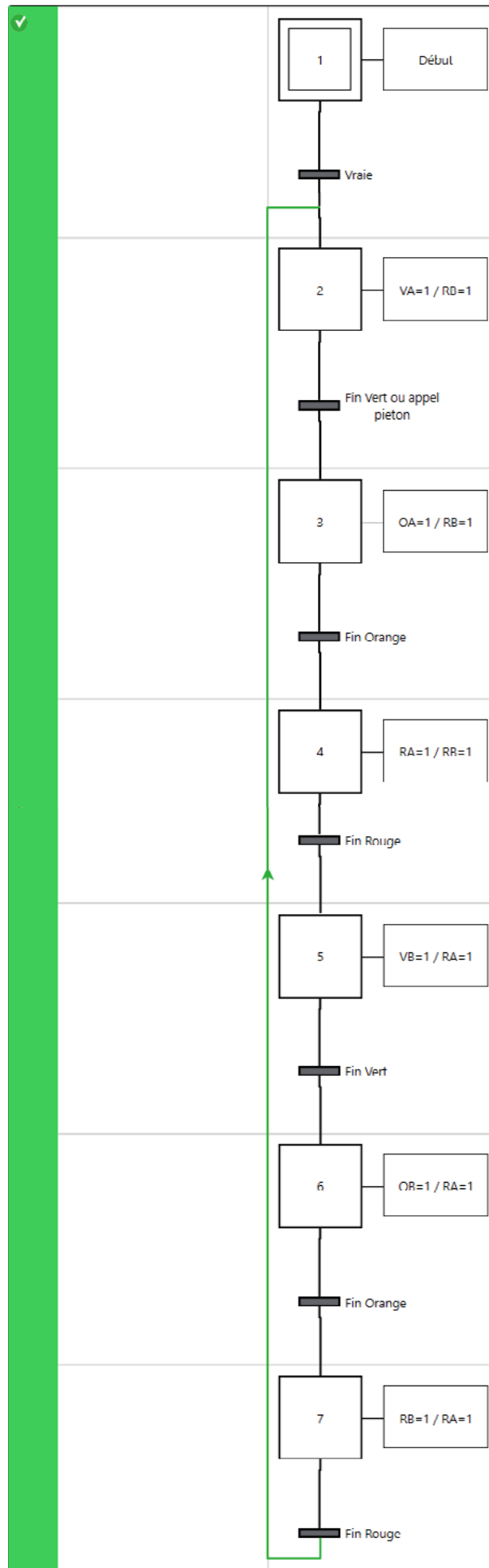
Il est constitué d'étapes et de transitions.

Au démarrage, l'étape initiale est active tant que la transition associée n'est pas vraie.

Lorsque la transition est vraie, l'étape initiale se désactive et l'étape suivante s'active.

Cette étape reste active tant que la transition associée n'est pas vraie.

Chaque étape est associée à un bit image %Xi (i est le numéro de l'étape).



Étape 1 Étape initiale

Aucune action.

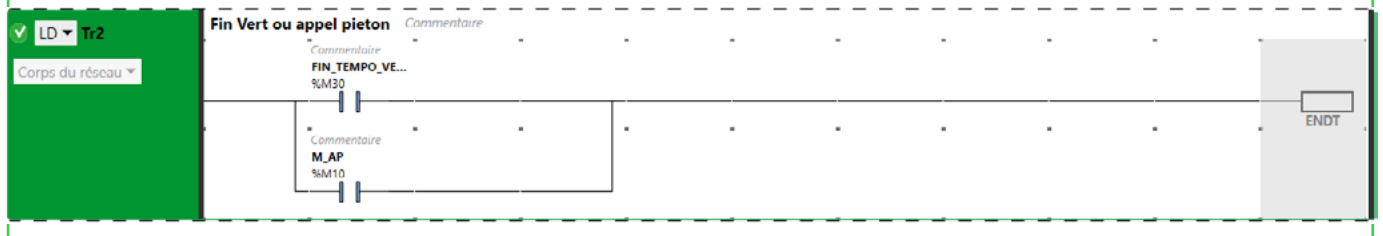
Transition associée : toujours vraie (=1)



Étape 2 %X2 = 1

Allumage du feu Vert voie A et du feu Rouge voie B

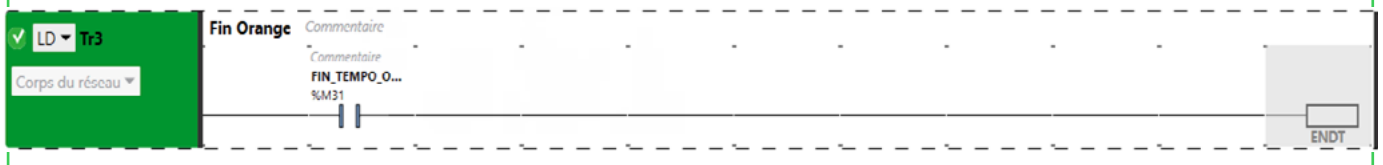
Transition associée : fin de la temporisation Vert ou appui sur le bouton Appel piéton



Étape 3 %X3 = 1

Allumage du feu Orange voie A et du feu Rouge voie B

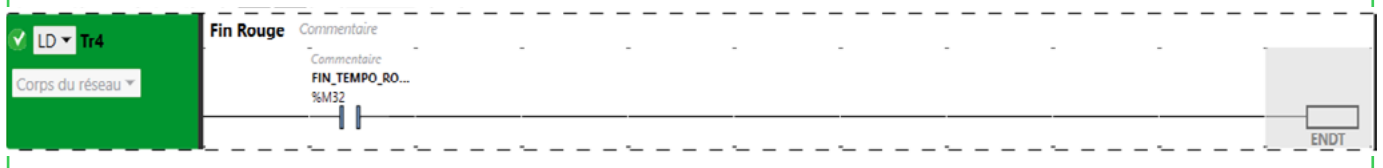
Transition associée : fin de la temporisation Orange



Étape 4 %X4 = 1

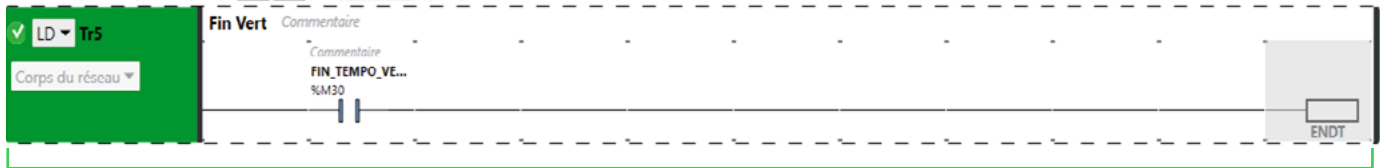
Allumage du feu Rouge voie A et du feu Rouge voie B

Transition associée : fin de la temporisation Rouge



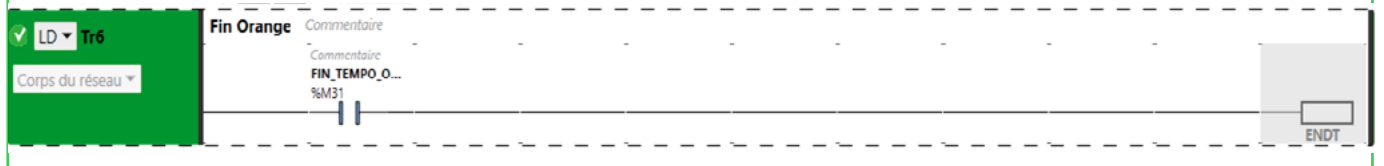
Étape 5 %X5 = 1

Allumage feu Rouge voie A et feu Vert voie B
Transition associée : fin de la temporisation Vert



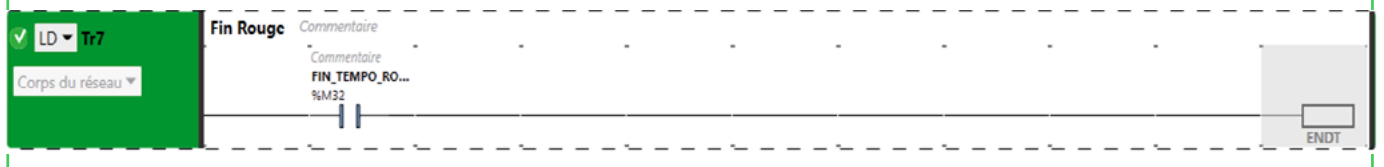
Étape 6 %X6 = 1

Allumage feu Rouge voie A et feu Orange voie B
Transition associée : fin de la temporisation Orange



Étape 7 %X7 = 1

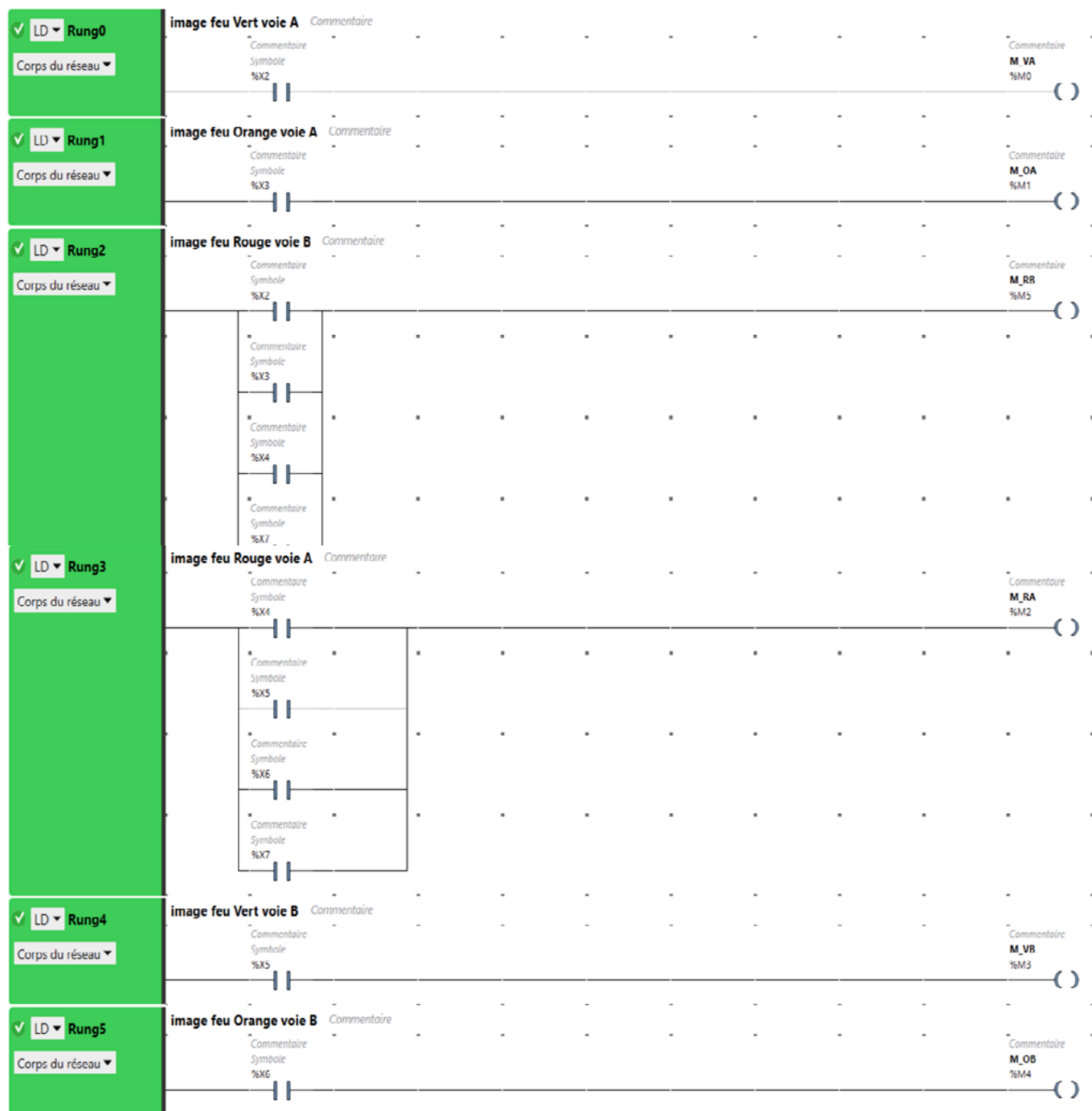
Allumage feu Rouge voie A et feu Rouge voie B
Transition associée : fin de la temporisation Rouge



Retour à l'étape 2 

4 Traitements des actions

L'image des étapes (%Xi) est associée à des variables locales de type booléen (%Mx).



Les étapes sont regroupées pour l'allumage des feux de chaque voie.

Exemple :

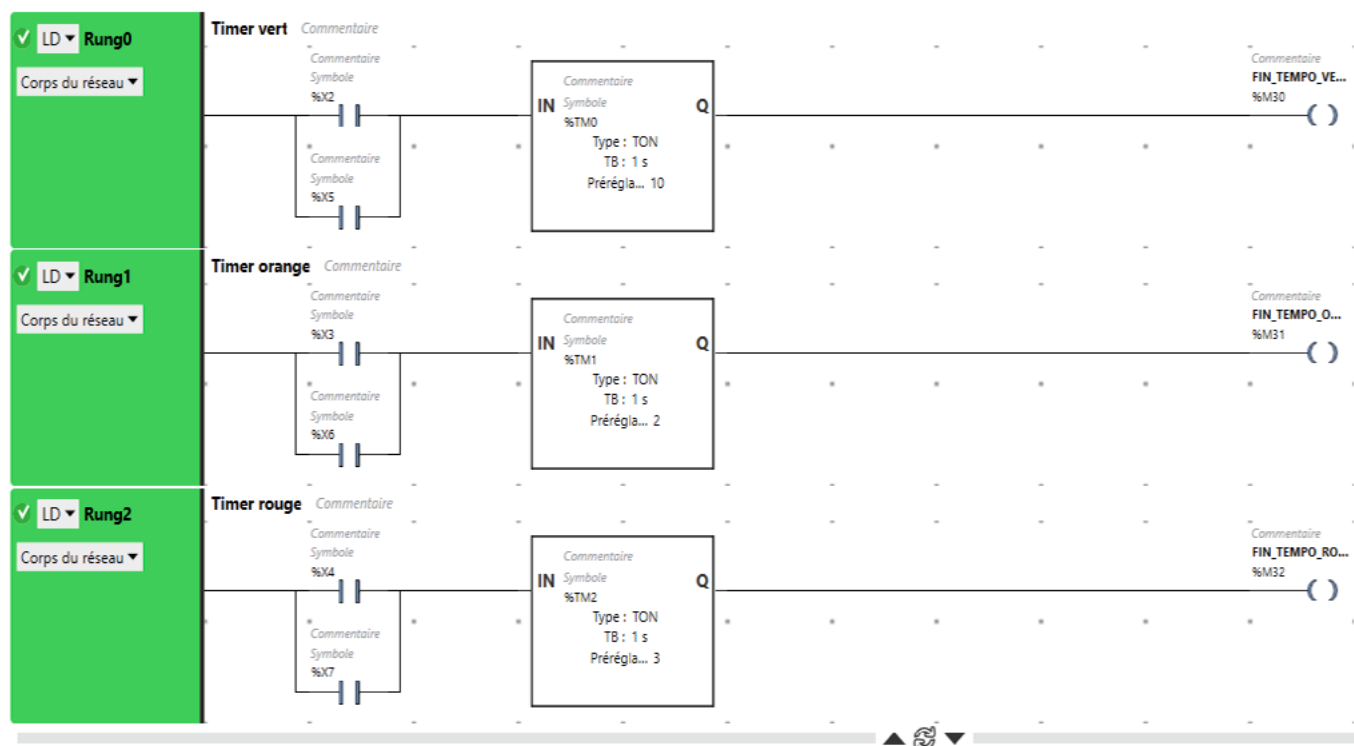
Le feu Rouge de la voie A est allumé lorsque les étapes 4, 5, 6 et 7 sont actives.

5 Temporisations

Trois temporisateurs de type TON (On-Delay Timer) sont utilisés pour définir les temps d'allumage des feux.

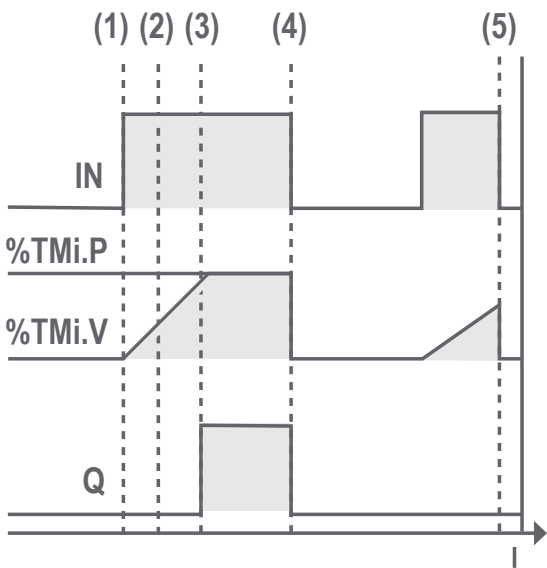
- ✓ Le temporisateur est activé par son entrée IN.
- ✓ Le pré réglage (ou consigne de temps) a été défini dans le 1^{er} POU : %TMx.P.
- ✓ La valeur du temporisateur évolue (%TMx.V) avec la base de temps fixée (1 seconde).

Lorsque la temporisation est terminée (%TMx.V = %TMx.P), la sortie Q du temporisateur passe à 1. Elle est mémorisée dans une variable locale de type booléen (%M).



Propriétés Temporisateur ☐ Vue tabulaire								
Recherche rapide d'adresse Allocation Automatique ▼								
Utilisé	Adresse	Symbole	Utilisé par	Type	Persistant	Préréglage...	Base de temps	Préréglage
✓	%TM0		Logique utilisateur	TON	☐	☐	1 s	10
✓	%TM1		Logique utilisateur	TON	☐	☐	1 s	2
✓	%TM2		Logique utilisateur	TON	☐	☐	1 s	3

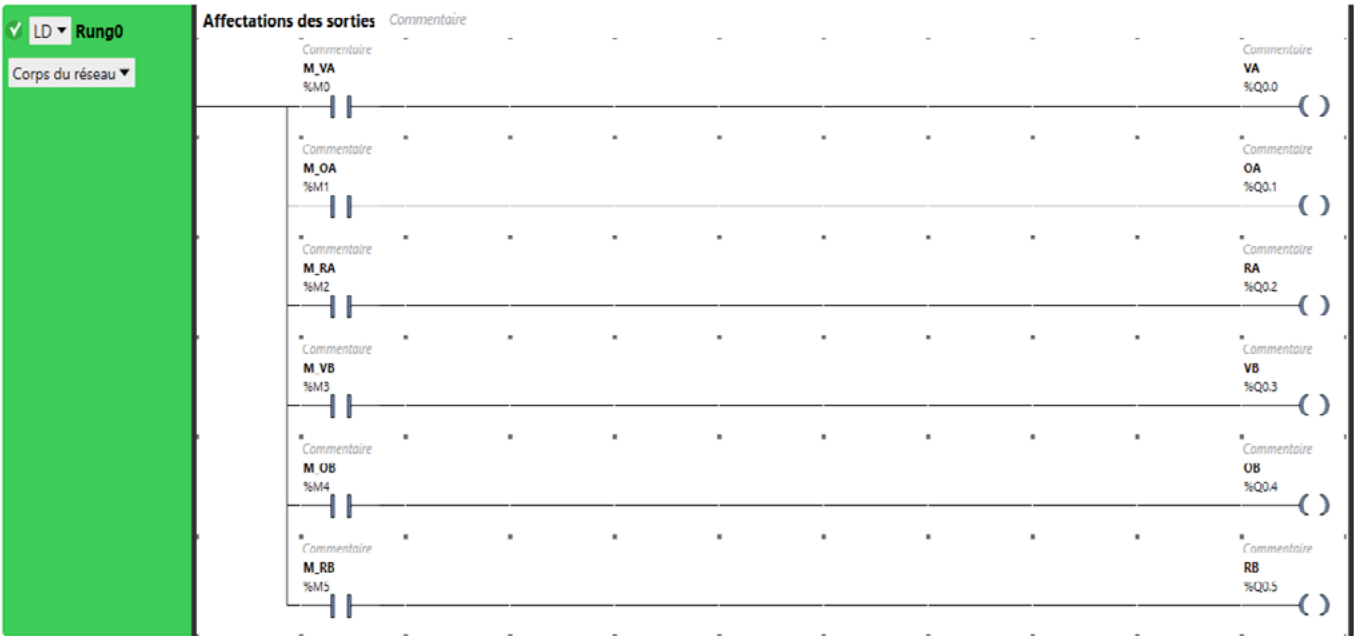
Chronogramme
de chaque temporisateur :



- (1) Le Timer démarre sur le front montant de l'entrée IN.
- (2) La valeur %Tmi.V passe de 0 à %Tmi.P par incréments d'une unité à chaque impulsion de la base de temps TB.
- (3) Le bit de sortie %Tmi.Q est défini sur 1 lorsque la valeur atteint la valeur de présélection %Tmi.P.
- (4) Le bit de sortie %Tmi.Q conserve la valeur 1 tant que l'entrée IN est à 1.
- (5) Lorsqu'un front descendant est détecté au niveau de l'entrée IN, le Timer s'arrête, même si le Timer n'a pas atteint la valeur %Tmi.P, et %Tmi.V est réglé sur 0.

6 Sorties

Les variables locales de mémorisation sont affectées aux sorties physiques de l'automate en fonction du schéma de câblage.



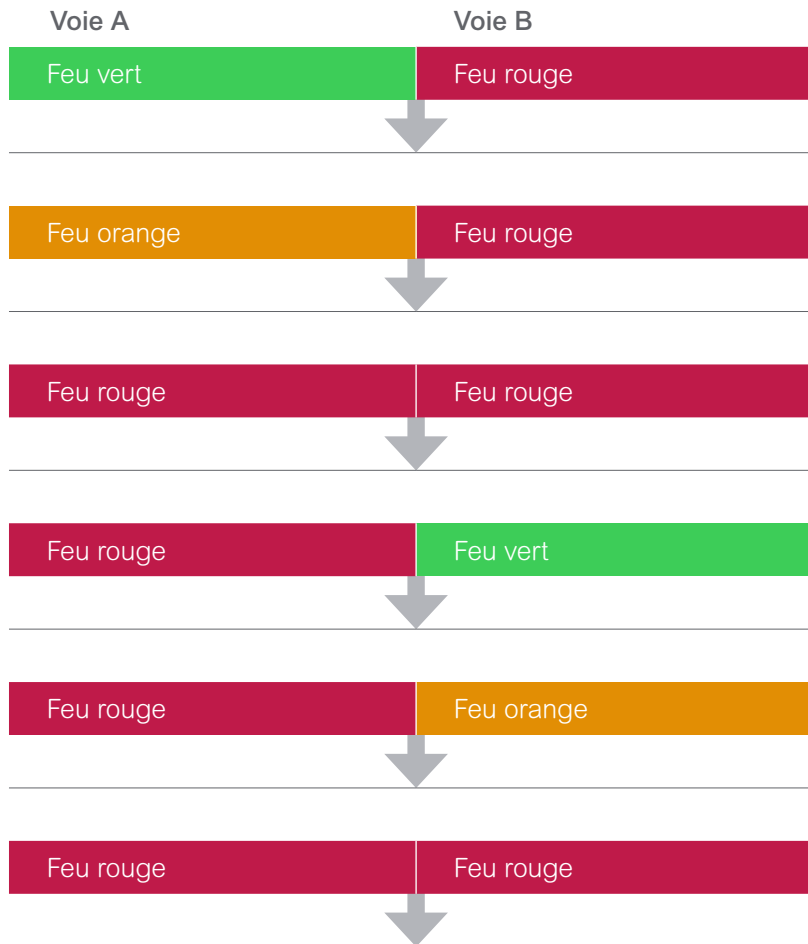
Lorsque M_VA = 1, le contact de la sortie %Q0.0 se ferme, le voyant Vert du feu de la voie A s'allume.



Que fait le programme ?

Le cycle séquentiel de ce programme se lance automatiquement à la mise sous tension de l'automate.

Les étapes reproduisent la séquence de l'analyse fonctionnelle :

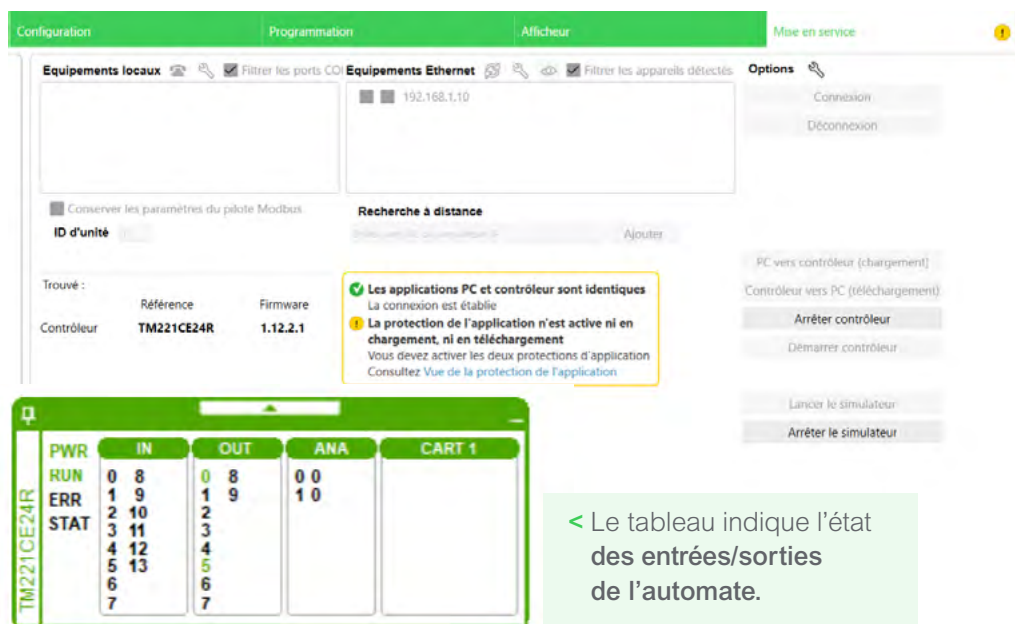


Lorsque le feu **Vert** de la voie A est allumé, un appui sur le bouton Appel piéton provoque le passage immédiat de ce feu à l'**Orange** puis au **Rouge**. Le piéton peut traverser en sécurité. Si le feu de la voie A est déjà **Rouge**, l'appui sur le bouton n'a pas d'effet.

Les temporisations sont modifiables par programme et permettent de respecter les durées d'allumage de chaque couleur de feu. Les consignes de durée seront adaptées au trafic.

La période feu **Rouge** simultanée pour les deux voies permet de désencombrer le carrefour.

Le programme est aisément transposable pour un autre type d'automate. En effet les entrées et sorties sont mémorisées dans des bits mémoire internes pour être traitées. Seuls les POU « entrées » et « sorties » seront modifiés pour s'adapter au nouvel automate ou à un câblage différent.



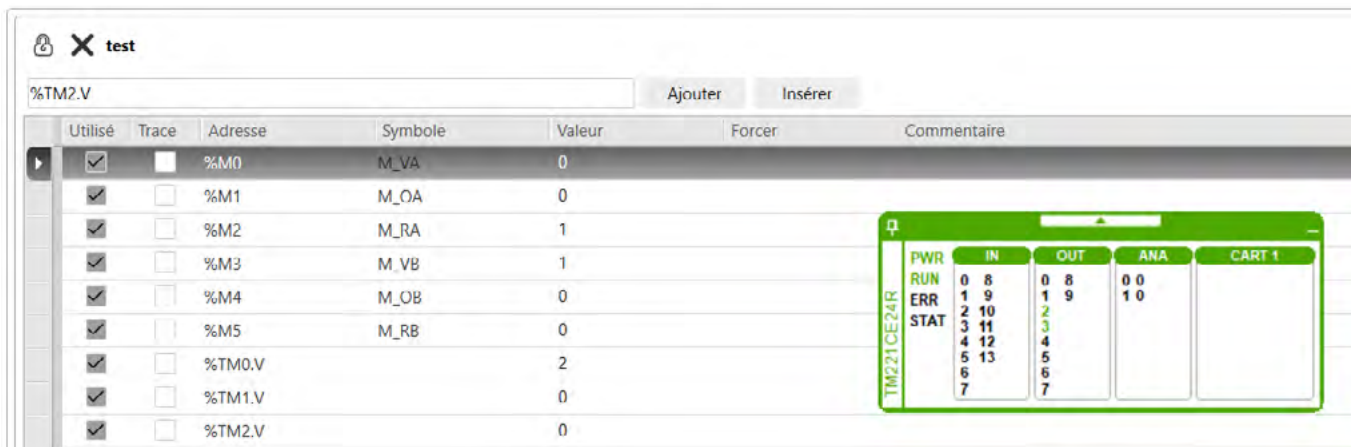
< Dans l'onglet « Mise en service », il est possible de lancer le simulateur pour vérifier le bon fonctionnement de l'application.

< Le tableau indique l'état des entrées/sorties de l'automate.

Dans cet exemple, la sortie 0 (%Q0.0) est active :

le feu Vert de la voie A est allumé, la sortie 5 (%Q0.5) est active : le feu Rouge de la voie B est allumé.

Dans l'onglet « Programmation » puis « Outils », une table d'animation « test » permet de visualiser l'état de l'image des sorties (%M0 à %M5) ainsi que la valeur de chaque temporisateur (%TM0.V, %TM1.V et %TM2.V).



Les sorties 2 et 3 sont actives : feu Rouge voie A et feu Vert voie B allumés.

Le temporisateur Vert a compté 2 secondes sur son pré réglage de 10 secondes.

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.



✓ Connecter le cordon de programmation

sur la prise mini-USB de l'automate (soulever le cache inférieur à gauche de l'automate) et connecter la prise USB-A dans un port du PC. Le logiciel de programmation détecte automatiquement l'automate connecté.

✓ Dans l'onglet « Mise en service »

sélectionner la connexion dans « Équipements locaux » puis cliquer sur « Connexion ». Le logiciel indique l'état et la version de l'automate connecté.

✓ Cliquer sur « PC vers contrôleur »

pour transférer l'application dans l'automate. Après le chargement, cliquer sur « Démarrer contrôleur ». Le voyant RUN de l'automate s'allume fixe.

Les voyants correspondant aux feux de croisement s'allument en fonction du cycle.

Vérifier le cycle complet en mesurant les durées d'allumage de tous les feux.

Appuyer sur le bouton Appel piéton lorsque le feu Vert de la voie A est allumé, le feu Orange s'allume puis le feu Rouge.

Cliquer sur « Déconnecter » et débrancher le cordon de programmation. Fermer le coffret.

Pour modifier les durées d'allumage des feux, il est nécessaire de modifier les valeurs des mots constants dans l'application et de recharger celle-ci.

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

Paramétrage d'une interface Homme Machine (IHM)
et les bases de la communication série.



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