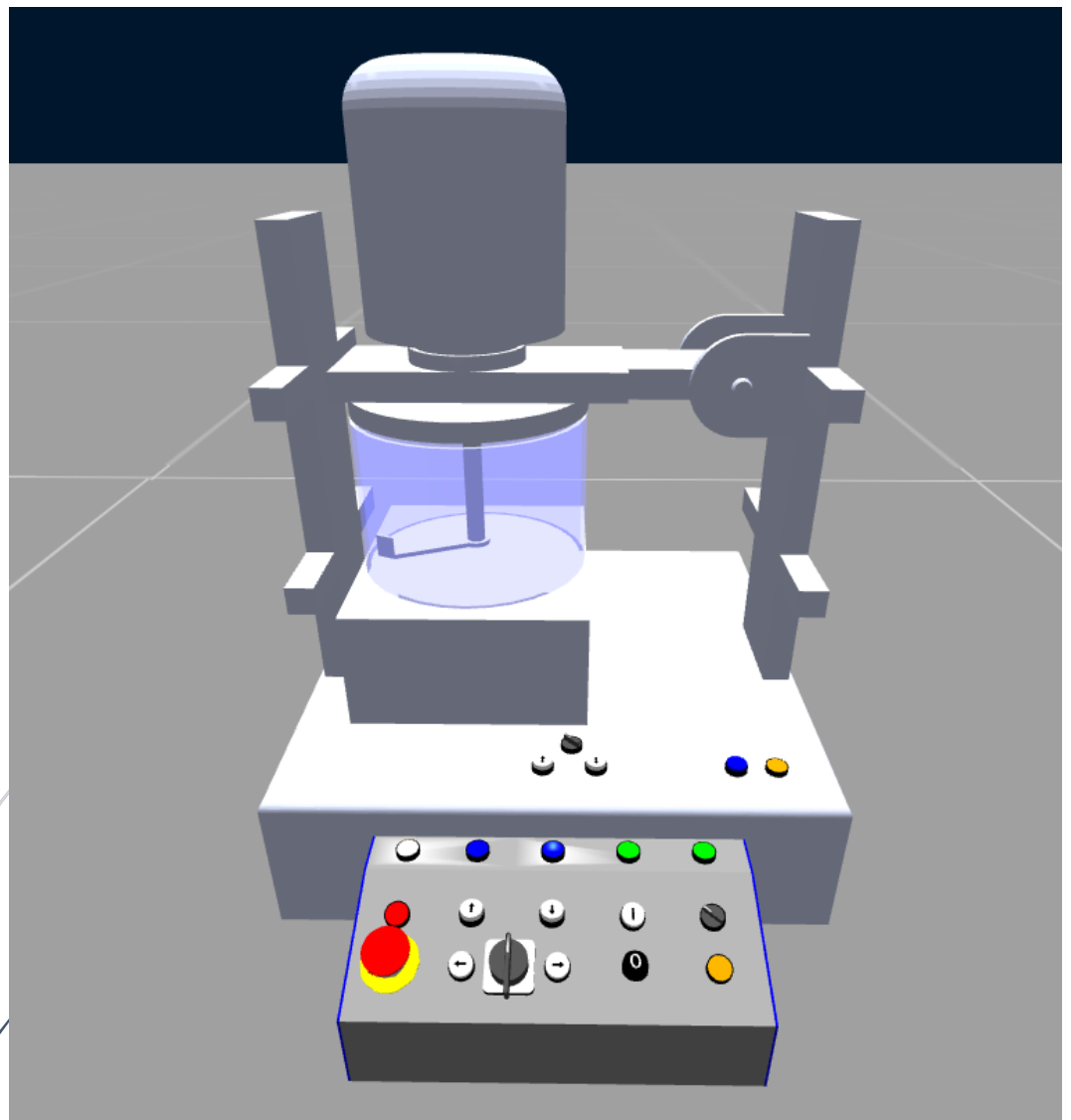


15/01/2026

Rapport de projet

SAE MALAXEUR



LEVIGNAC NOLHAN

Table des matières

Introduction.....	2
1. L'objectif de la manipulation.....	3
1.1 Méthode utilisée.....	3
1.2 Outils utilisés.....	4
2. Programmation automate programmable avec simulation 3D.....	4
2.1. Prise en main de Control Expert Basic.....	4
2.1.1. Lancement de Control Expert Basic.....	4
2.1.2. Création projet.....	4
2.1.3. Choix de l'automate :.....	4
2.1.4. Création des variables :.....	5
2.2. Programmation.....	7
2.2.1. Analyse entrées/sorties.....	7
2.2.2. Programme final en ladder.....	9
2.3. Résultats.....	10
2.3.1. Prise en main de Virtual Universe Pro.....	10
2.3.2. Vérification des résultats avec la simulation 3D.....	12
Conclusion.....	20
Bilan personnel.....	20

Introduction

Étudiant à l'institut Universitaire de Technologie d'Angoulême en Génie Electrique et Informatique Industrielle. Je devais réaliser une SAE (Situation d'Apprentissage et d'Evaluation) dans le cadre d'une démarche de maintenance améliorative d'un malaxeur.

Ce projet consiste à automatiser un malaxeur commandé par une armoire Habilis.

Dans ce rapport, je commencerai par les objectifs de la SAE. Puis, j'introduirai la méthode et les outils utilisés. Ensuite, j'exposerai les différentes étapes de la programmation d'un automate programmable. Enfin, je vérifie les résultats obtenus.

Pour finir, je validerai la conformité du programme et développerai mon analyse personnelle du projet.

1. L'objectif de la manipulation

L'automatisation d'un tel système a plusieurs objectifs :

- Gain de place (un automate est plus petit qu'une armoire électrique)
- Simplification du système (Logique câblée moins importante)
- Simplification de la maintenance
- Gain d'argent car moins de maintenance

Pour ce faire, il faut implémenter l'automate dans le schéma électrique du système et ensuite l'adapter avec un fonctionnement automatisé.

Par la suite, tout se fera en informatique, avec de la simulation 3D et de la programmation afin d'effectuer tous les tests, sans être soumis aux risques réels existants dans un tel projet.

1.1 Méthode utilisée

Premièrement, j'ai analysé les documentations techniques (Schéma électrique) pour comprendre le fonctionnement du malaxeur.

Puis j'ai créé un tableau de variables entrées/sorties nécessaire pour la partie automatisation du système.

Pour ce faire, j'ai analysé les composants d'entrées et de sorties (capteurs, moteurs, boutons...) et ajouté dans le tableau s'ils sont nécessaires au fonctionnement du système.

Un jumeau numérique a été mis à notre disposition pour nous aider dans cette démarche, et pour avoir les bonnes adresses aux variables correspondantes. Les adresses sont très importantes pour l'écriture et la lecture des variables, par l'automate, et faire le lien entre la programmation et la simulation en 3D.

	ENTRÉES			SORTIES
MAR	M/A chauffage	%M0	%M100	voyant défaut HA3
OC	BP ouvrir couvercle	%M1	%M101	voyant sous tension H1
FC	BP fermer couvercle	%M2	%M102	voyant couvercle ouvert HA1
MM	BP marche malaxeur	%M3	%M103	voyant couvercle fermé HA2
AR	BP arrêt malaxeur	%M4	%M104	malaxeur en service H3
SV0	sélecteur de vitesse en position 1	%M5	%M105	voyant chauffage du pupitre H31
SV1	sélecteur de vitesse en position 2	%M6	%M106	voyant régulation (PO) H4
SV2	sélecteur de vitesse en position 3	%M7	%M107	commande ouverture couvercle (KM21) KM21
SAU	bouton arrêt d'urgence	%M8	%M108	Voyant ouverture H21
FDCH	capteur couvercle ouvert	%M9	%M109	commande fermeture couvercle (KM22) KM22
FDCB	capteur couvercle fermé	%M10	%M110	Voyant fermeture H22
DET	capteur détection pale	%M11	%M111	LI_vitesse0 (ATV LI3) ATV_LI3
CEL	capteur malaxeur rempli	%M12	%M112	LI_vitesse1 (ATV LI4) ATV_LI4
			%M113	commande rotation malaxeur KM1
			%M114	voyant remplissage (PO)
			%M115	Régulation chauffage(KM3) KM3

Figure 1 Jumeau numérique (Entrées / Sorties)

Une fois ce bilan établi, il faut comprendre les liens entre les entrées/sorties. Par exemple, pour faire tourner un moteur, sur quel bouton je dois appuyer. Cela permet par la suite de faire la programmation de l'automate programmable.

Pour finir, j'ai programmé toute la partie automate en respectant le bon fonctionnement attendu.

1.2 Outils utilisés

- Logiciels : Qelectrotech (schéma électrique), Control Expert Classic (programmation automate : ici le MODICON M340 avec un modbus ethernet P34 2020), Virtual Universe Pro (Simulation 3D)

2. Programmation automate programmable avec simulation 3D

2.1. Prise en main de Control Expert Basic

Pour automatiser le malaxeur, il faut programmer un automate programmable. On utilisera donc le logiciel « Control Expert Basic » de Schneider qui nous permet de programmer en ST, Ladder, Grafcet et de simuler le comportement d'un automate. Il est aussi possible de lier l'automate à notre logiciel de simulation 3D permettant de vérifier le bon fonctionnement de notre travail avec seulement un ordinateur. Cela évite de devoir tester notre programme sur le système en lui-même.

Les différentes étapes pour programmer un automate sur Control Expert Basic :

2.1.1. Lancement de Control Expert Basic

2.1.2. Création projet

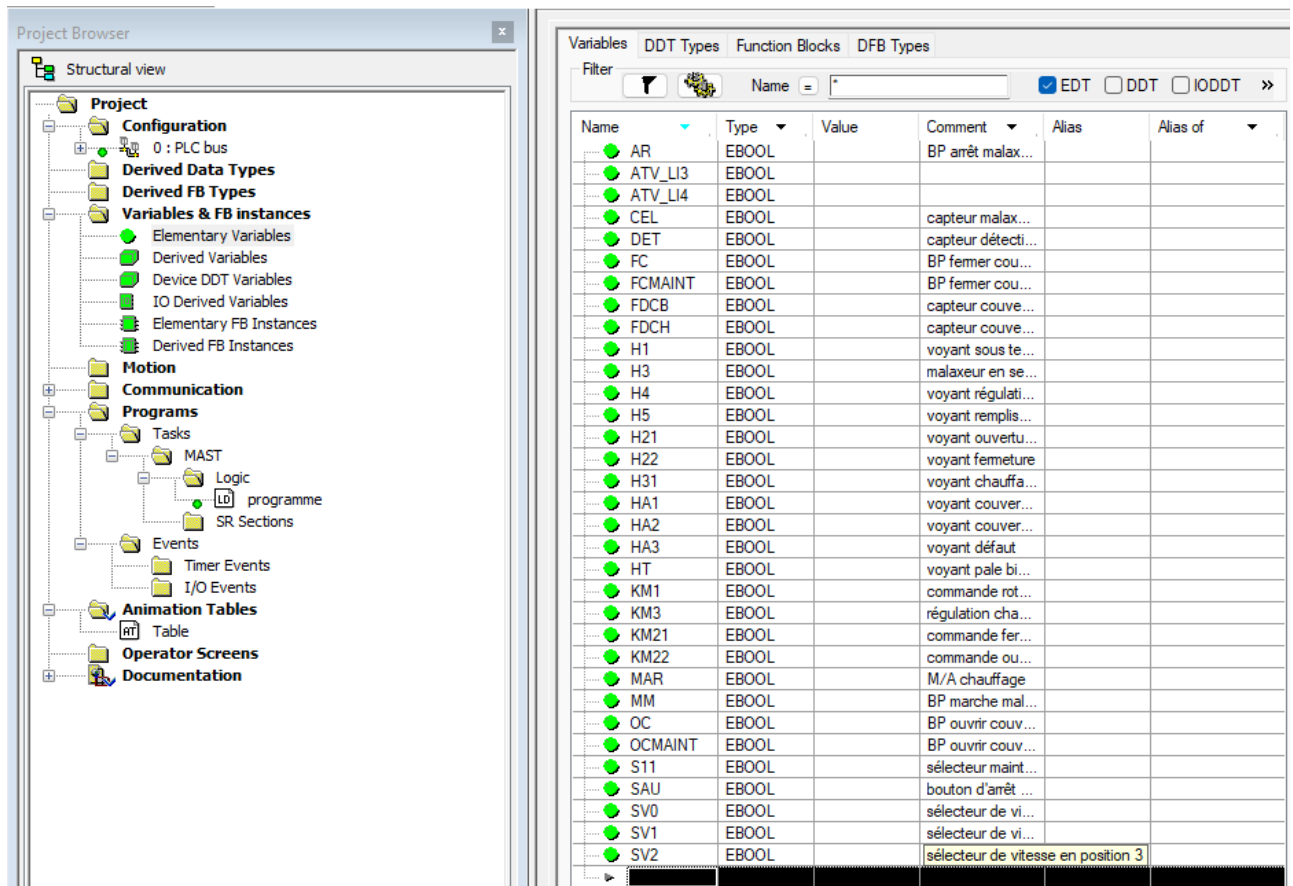
2.1.3. Choix de l'automate :

BMX P34 2020	03.20	CPU 340-20 Modbus Ethernet
BMX P34 2020	03.10	CPU 340-20 Modbus Ethernet
BMX P34 2020	02.70	CPU 340-20 Modbus Ethernet
BMX P34 2020	02.60	CPU 340-20 Modbus Ethernet
BMX P34 2020	02.50	CPU 340-20 Modbus Ethernet

Figure II Choix automate

Ici, on choisit le MODICON M340.

2.1.4. Création des variables :



Name	Type	Value	Comment	Alias	Alias of
AR	EBOOL		BP arrêt malax...		
ATV_LI3	EBOOL				
ATV_LI4	EBOOL				
CEL	EBOOL		capteur malax...		
DET	EBOOL		capteur détecti...		
FC	EBOOL		BP fermer cou...		
FCMAINT	EBOOL		BP fermer cou...		
FDCB	EBOOL		capteur couve...		
FDCH	EBOOL		capteur couve...		
H1	EBOOL		voyant sous te...		
H3	EBOOL		malaxeur en se...		
H4	EBOOL		voyant régulati...		
H5	EBOOL		voyant remplis...		
H21	EBOOL		voyant ouvertu...		
H22	EBOOL		voyant fermeture		
H31	EBOOL		voyant chauffa...		
HA1	EBOOL		voyant couver...		
HA2	EBOOL		voyant couver...		
HA3	EBOOL		voyant défaut		
HT	EBOOL		voyant pale bi...		
KM1	EBOOL		commande rot...		
KM3	EBOOL		régulation cha...		
KM21	EBOOL		commande fer...		
KM22	EBOOL		commande ou...		
MAR	EBOOL		M/A chauffage		
MM	EBOOL		BP marche mal...		
OC	EBOOL		BP ouvrir couv...		
OCMAINT	EBOOL		BP ouvrir couv...		
S11	EBOOL		sélecteur maint...		
SAU	EBOOL		bouton d'arrêt ...		
SV0	EBOOL		sélecteur de vi...		
SV1	EBOOL		sélecteur de vi...		
SV2	EBOOL		sélecteur de vitesse en position 3		

Figure III Création variables

Dans 'Elementary Variables', on rentre toutes les variables définies plus tôt dans le bilan entrées/sorties avec les adresses correspondantes données dans le jumeau numérique. Toutes les variables (dans notre situation) sont de type 'EBOOL', c'est-à-dire, que la variable peut être un '0', '1', ou alors un front montant ou descendant et peut être aussi forcée.

Avant de même programmer, voici une vue du malaxeur en 3D avec les entrées/sorties établies dans le bilan et Control Expert Basic

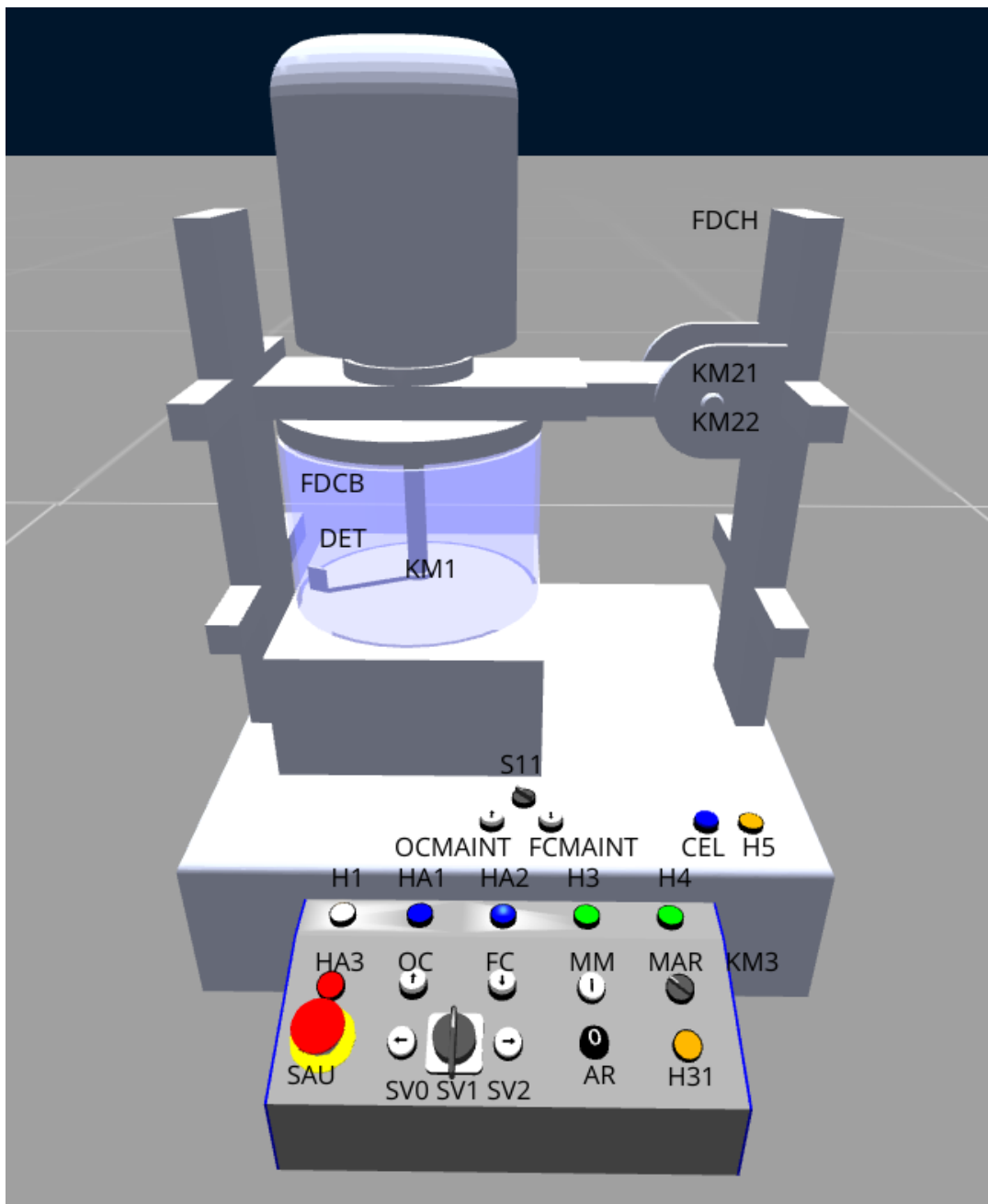


Figure IV Vue 3D Malaxeur

H21, H22, et HT seront bien programmés mais ne sont pas présents dans la simulation. Il est maintenant possible de commencer la programmation de l'automate.

2.2. Programmation

On crée une nouvelle section dans logic :

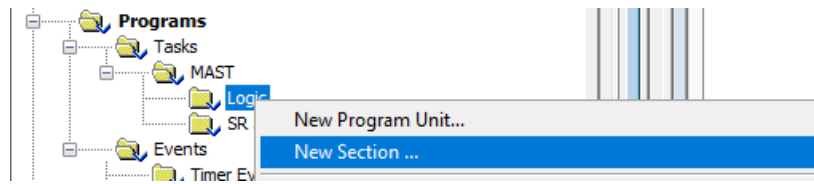


Figure V Nouvelle section

Configuration de la section, j'ai ici choisi de programmer en langage Ladder 'LD'. Langage de programmation que je maîtrise parfaitement, car c'est une notion apprise en GEII.

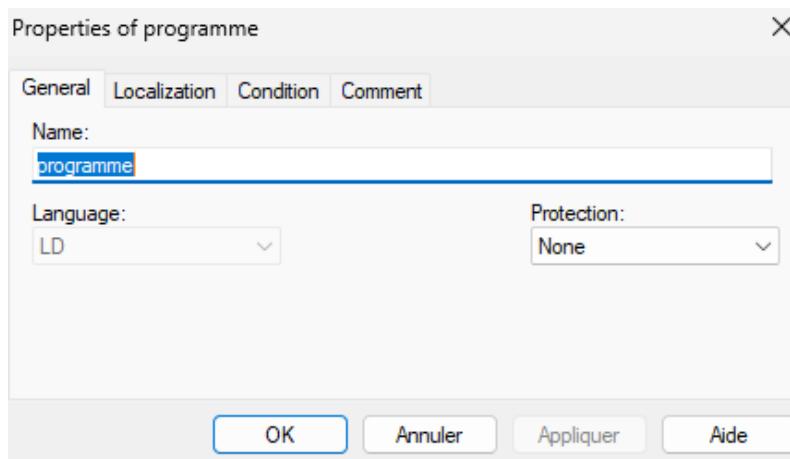


Figure VI Configuration section

Ainsi avant de programmer, il faut se poser les bonnes questions.

Il faut se demander quelles entrées activent quelles sorties.

2.2.1. Analyse entrées/sorties

Pour l'arrêt d'urgence, on peut se permettre ici de le programmer sur l'automate car il s'agit seulement d'une simulation, sinon, il doit obligatoirement être câblé physiquement sur le système (indépendant de l'automate).

- SAU arrêt d'urgence : actif = arrêt du système = activation voyant défaut HA3.
- MAR (chauffage) actif = régulation chauffage KM3, Voyants H4 et H31, régulation et chauffage.
- MM bouton marche du malaxeur : fait tourner la pale du malaxeur KM1 seulement si le couvercle est fermé : capteur FDCB.
- ARR bouton arrêt malaxeur : arrête la rotation de la pale KM1.

- Varier la vitesse de la pale :

En regardant le schéma électrique, il y a 3 vitesses :

Si SV0 est actif = ATV_LI3, si SV1 est actif = ATV_LI4, et si SV2 est actif = ATV_LI3 + ATV_LI4 actifs.

(ATV_LI3 = vitesse lente, ATV_LI4 = vitesse modérée, ATV_LI3 + ATV_LI4 = vitesse rapide)

- KM21 Fermeture du couvercle : si la pale est bien positionnée 'DET', si la pale ne tourne pas 'KM1', si le bouton FC fermeture couvercle est appuyé et si le couvercle est bien ouvert, capteur FDCH. Il faut aussi avoir un auto-maintien pour la fermeture ainsi que pour l'ouverture du couvercle.
- KM22 Ouverture du couvercle : si la pale est bien positionnée 'DET', si la pale ne tourne pas 'KM1', si le bouton OC ouverture couvercle est appuyé et si le couvercle est bien fermé, capteur FDCB.

On veut rajouter un mode de maintenance (sélecteur S11), pour pouvoir ouvrir et fermer le couvercle sans l'auto-maintien pour faciliter l'accès à toutes les pièces du malaxeur lors d'un potentiel dépannage/ ou une maintenance d'un opérateur.

- Le voyant H1 est activé dès lors que le malaxeur est sous tension.
- Le voyant H3 est activé dès lors que la pale du malaxeur tourne.
- Le voyant HA1 est activé dès lors que le couvercle est ouvert.
- Le voyant HA2 est activé dès lors que le couvercle est fermé.
- Le voyant HT est activé dès lors que la pale est bien positionnée. (non présent sur la simulation 3D)
- Le voyant H5 est activé dès lors que le malaxeur est rempli.

2.2.2. Programme final en ladder

En suivant cette analyse, on obtient ce programme LADDER final :

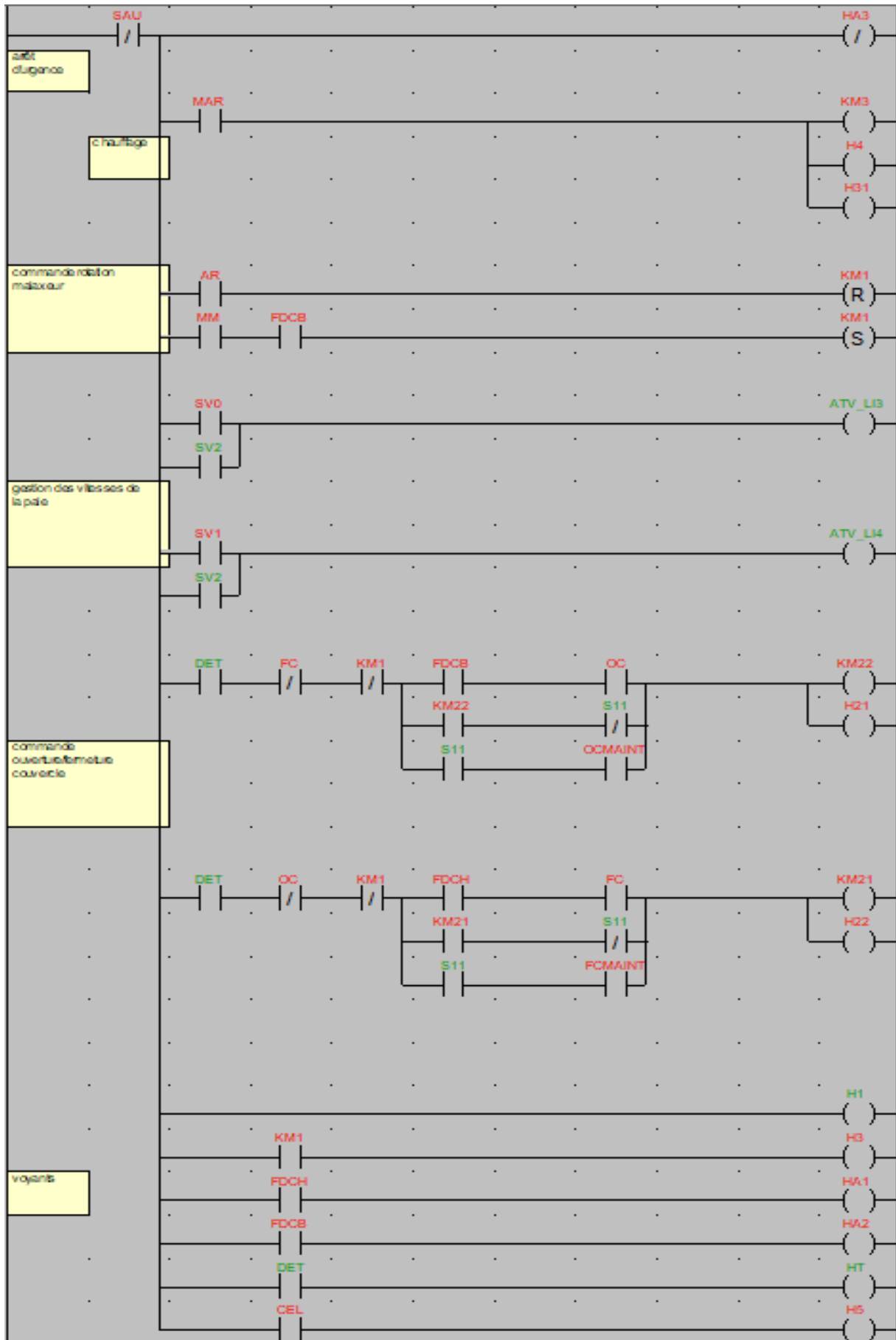


Figure VII Programme final ladder

Maintenant que le programme est réalisé, il faut le vérifier avec l'aide de la simulation 3D.

2.3. Résultats

2.3.1. Prise en main de Virtual Universe Pro

Pour vérifier le bon fonctionnement de notre programme, on utilisera Virtual Universe Pro.

1. On lance 'Virtual Universe Pro'



2. Dans file explorer, on vient copier le fichier à l'adresse suivante : 'X:\wateau\SAE_BUT2_AII\malaxeur'.
3. On copie/colle ce même fichier à l'adresse suivante : 'C:\temp' pour éviter tout problème de réseau.
4. Dans VUP, → 'fichier' → 'ouvrir' → fichier dans le dossier temp.

On obtient donc :

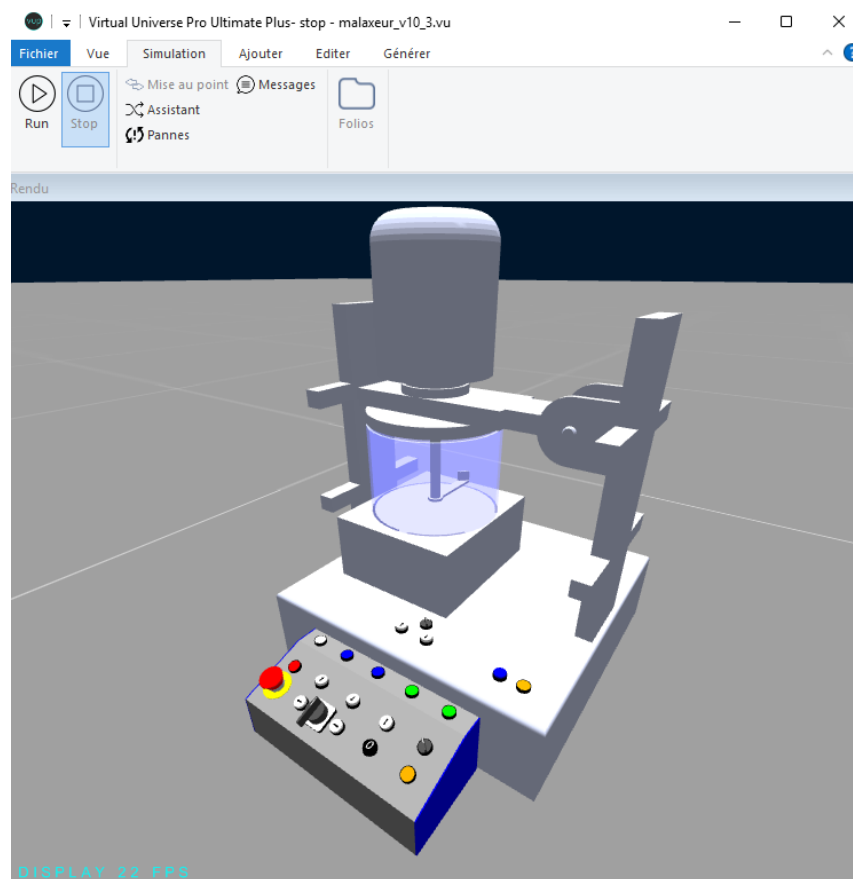


Figure IX Malaxeur sur VUP

Maintenant, il faut connecter l'automate de Control Expert Basic dans VUP.

5. Sur Control Expert Basic, appuyez sur  pour compiler le projet.

Figure X ReBuild project

6. Puis appuyez sur  pour effectuer la connexion.

Figure XI Connect

7. Appuyez sur  pour transférer le projet.

Figure XII Transfert

8. Cochez la case 'PLC Run after Transfer' puis appuyez sur 'Transfer'.

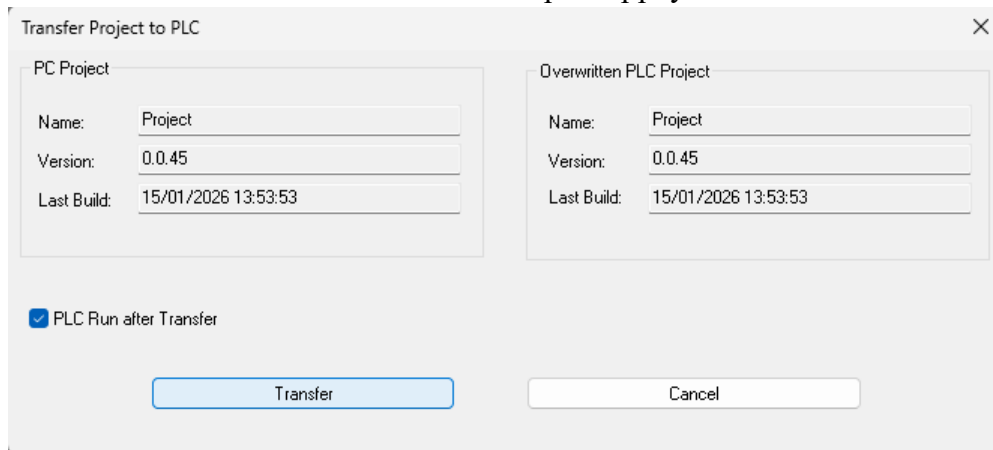


Figure XIII Transfer Project to PLC

9. Sur VUP, dans simulation puis cochez 'RUN'

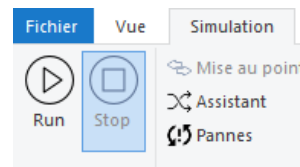


Figure XIV Run

On obtient donc la vue du malaxeur en 3D avec le fonctionnement lié par Control Expert Basic.

On peut donc maintenant vérifier les entrées et sorties puis vérifier si notre programme réalise bien le fonctionnement souhaité.

2.3.2. Vérification des résultats avec la simulation 3D

Arrêt d'urgence :

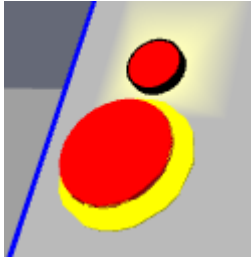


Figure XVI Arrêt d'urgence

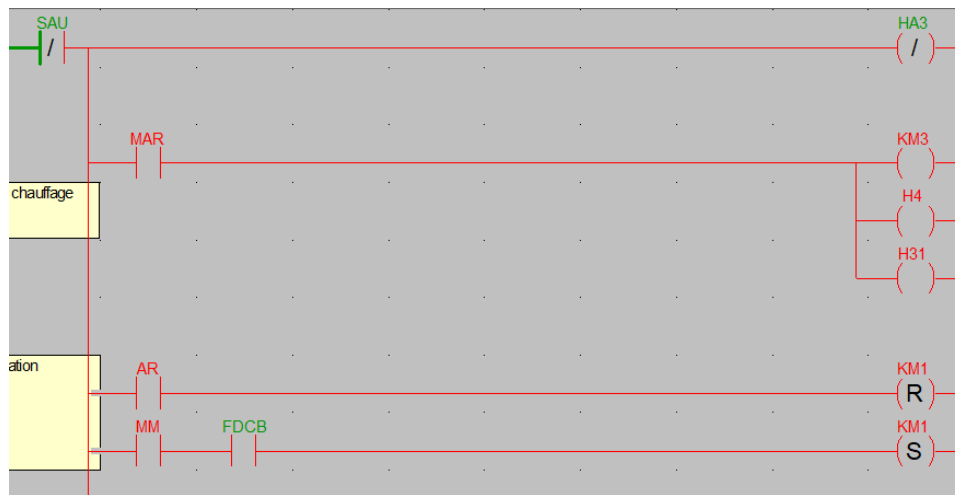


Figure XV SAU

Lorsque l'arrêt d'urgence est appuyé, tout le système est arrêté, mis à part le voyant de défaut.

En temps normal, l'arrêt d'urgence n'est pas commandé par l'automate car dans notre cas, si le bouton est réarmé, le système se remet en marche mais dans notre fonctionnement attendu, il n'y a aucun problème.

Sélecteur Marche/Arrêt chauffage :

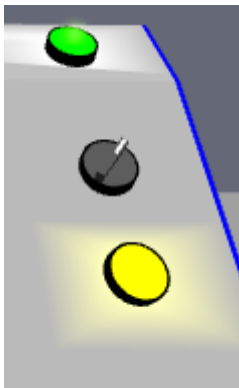


Figure XVIII Sélecteur et voyants H4 et H31

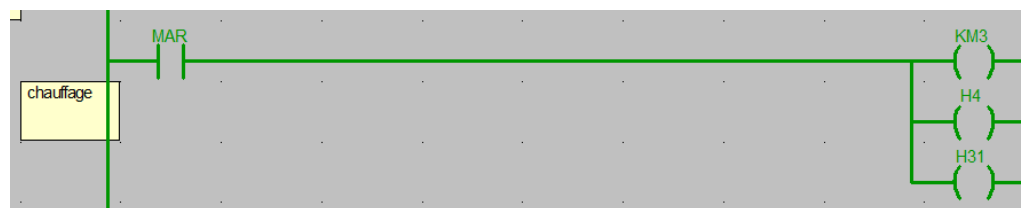


Figure XVII MAR

Le sélecteur du chauffage active bien la régulation du chauffage, le voyant associé H4 et le voyant chauffage H31.

Boutons Marche/Arrêt du malaxeur (rotation de la pale) et voyant malaxeur en service H3:

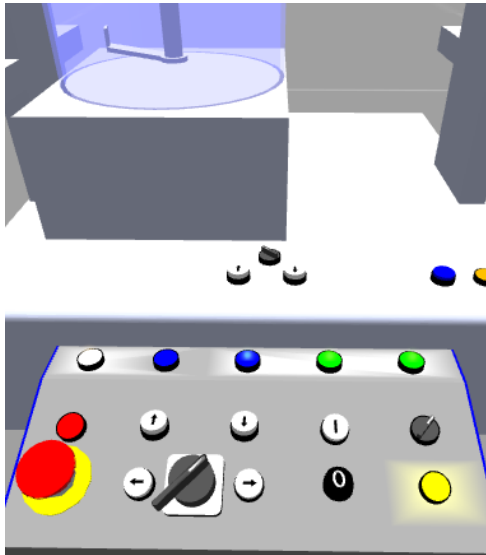


Figure XIX Mise en marche pale



Figure XX Mise en marche pale

Ici le bouton MM est un bouton poussoir qui émet une impulsion donc lorsqu’il est activé et que le couvercle est bien fermé (FDCB), on force la sortie KM1 à 1 ‘SET’, la raison du type EBOOL. Le voyant H3 (malaxeur en service) est bien allumé, donc le bouton pour la mise en marche de la pale fonctionne bien.

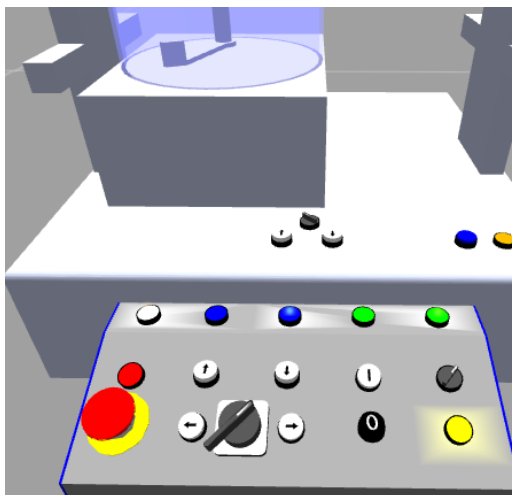


Figure XXI Arrêt de la pale

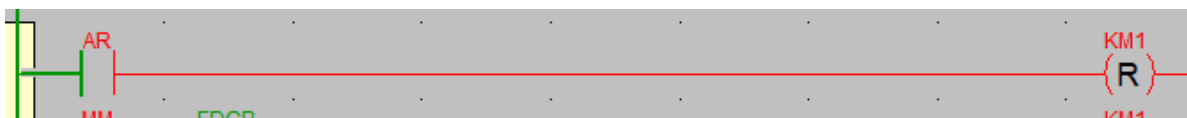


Figure XXII Arrêt de la pale

Le bouton Arrêt est le même principe que le bouton de la mise en marche de la pale, sauf qu'ici on force KM1 à 0, 'RESET' donc la commande pour la rotation de la pale n'est plus active. Le voyant H3 est lui aussi bien désactivé.

Cette partie est donc bien vérifiée.

Variation de la vitesse des pales :

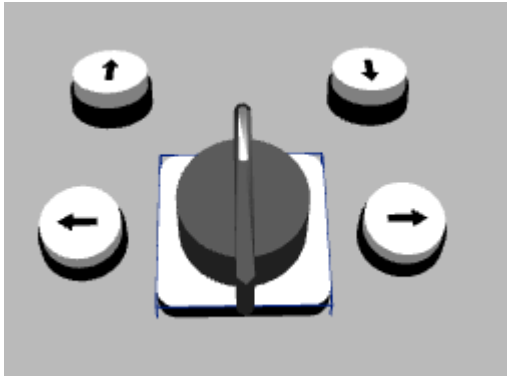


Figure XXIV Sélecteur vitesse nulle

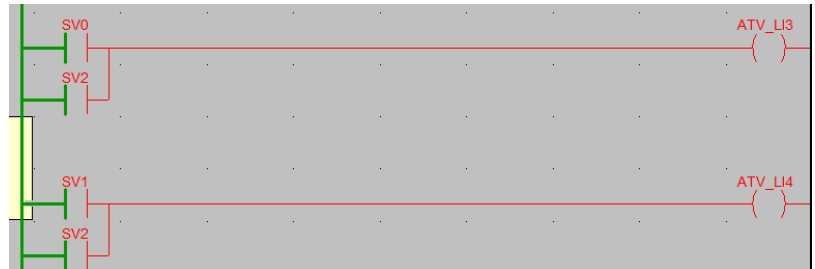


Figure XXIII Aucune vitesse

Le sélecteur de vitesse est sur la position par défaut, il n'y a donc aucune vitesse associée.



Figure XXVI SV0



Figure XXV SV0

Ici, le sélecteur de vitesse est sur la position 1 associée à 'SV0' et SV0 active la première vitesse 'ATV_LI3' de la pale, donc une vitesse lente.

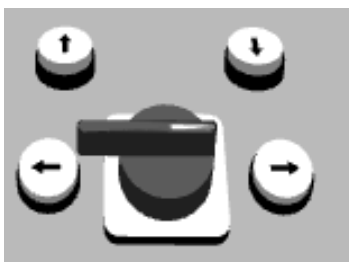


Figure XXVII SV1



Ici, le sélecteur de vitesse est sur la position 2 associée à 'SV1' et SV1 active la deuxième vitesse 'ATV_LI4' de la pale, donc une vitesse modérée.

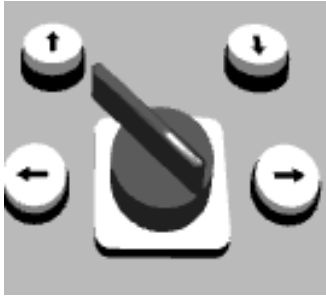


Figure XXIX SV2

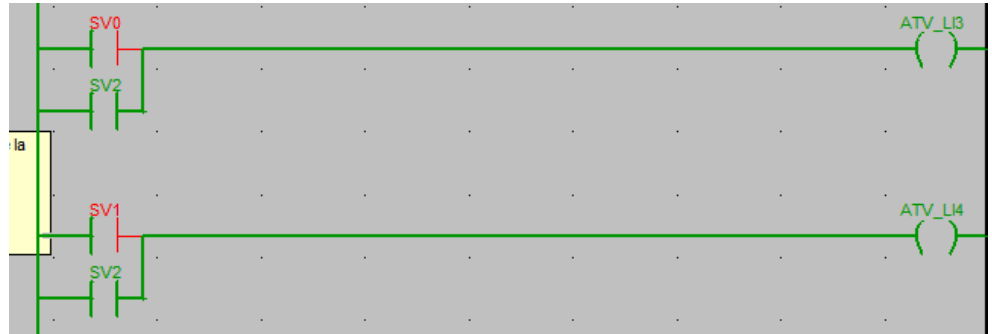


Figure XXVIII SV2

Ici, le sélecteur de vitesse est sur la position 3 associée à 'SV2' et SV2 active les deux vitesses 'ATV_LI3' + 'ATV_LI4' pour une vitesse plus rapide de la pale.

La gestion de la vitesse de la pale est donc validée.

Commande fermeture/ouverture (KM21/KM22) couvercle + mode maintenance :

Il est important de bien vérifier cette partie de programmation car il faut respecter toutes les règles de sécurité (ne pas ouvrir le couvercle si la pale tourne, positionnement de la pale pour éviter la détérioration du système...).

De plus, les adresses du jumeau numérique ne correspondaient pas aux bonnes commandes par rapport au schéma électrique et à la simulation 3D.

Corrections apportées :

%M109 = KM22 = ouverture couvercle

%M107 = KM21 = fermeture couvercle

- Ouverture couvercle :

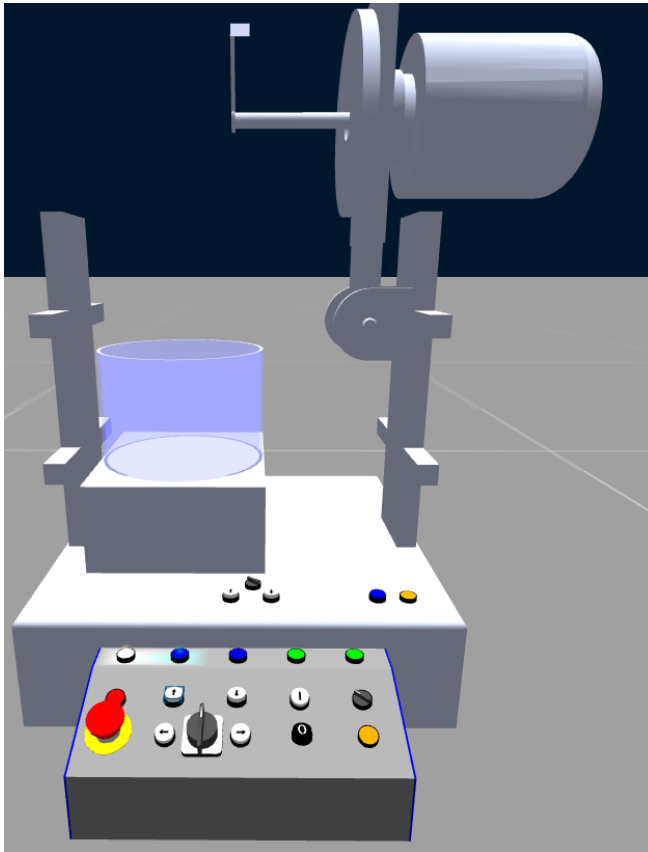


Figure XXX KM22 Ouverture couvercle

Pour piloter KM22 (ouvrir le couvercle), il faut respecter plusieurs conditions. Tout d'abord, il faut **OBLIGATOIREMENT** que la pale ne soit pas en rotation (contact fermé KM1 sur l'image ci-dessous) et que la pale soit bien positionnée sous le capteur pour des raisons de sécurité. Ainsi, il faut que le couvercle s'ouvre seulement sur la demande de l'opérateur (bouton OC). On doit donc différencier s'il veut l'ouvrir en utilisation normale ou en mode de maintenance. S11 est le sélecteur maintenance, s'il est activé, l'opérateur peut ouvrir le couvercle en appuyant sur le bouton 'FCMAINT' et le couvercle s'ouvrira tant qu'il reste appuyé dessus, lui laissant ainsi le choix de l'inclinaison du couvercle. Sinon, il faut un auto-maintien du bouton pour que le couvercle s'ouvre en une fois.

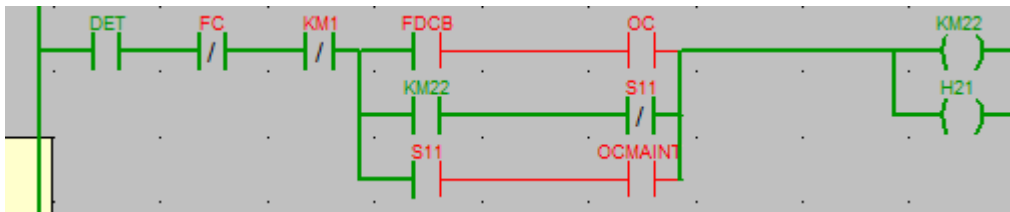


Figure XXXI KM22 Ouverture couvercle

L'auto-maintien est réalisé SI:

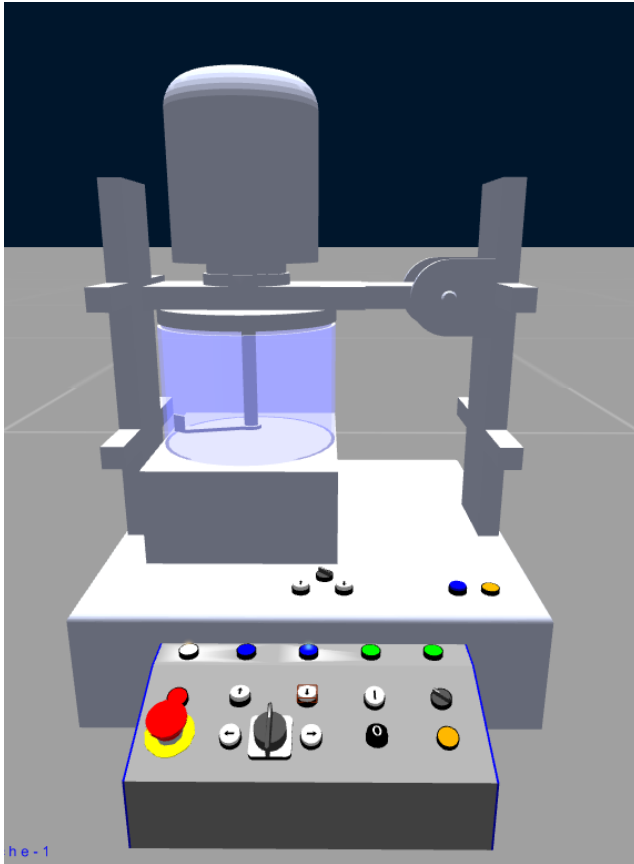
- L'opérateur appuie sur le bouton 'OC'
- Le sélecteur de maintenance n'est pas activé
- Le capteur 'FDCB' détecte que le couvercle est bien fermé
- La pale est bien positionnée et ne tourne pas

Ainsi, dans le programme ladder (image ci-dessus), la première ligne s'active, KM22 est activée, donc la 2è ligne s'active dès lors que KM22 est active. C'est une boucle qui permet de maintenir la commande KM22 active, et donc d'ouvrir le couvercle avec un simple appui sur le bouton poussoir 'OC'.

Le voyant H21 n'est pas présent sur la vue 3D.

La partie ouverture du couvercle respecte bien le fonctionnement attendu du système.

- Fermeture couvercle :



C'est exactement le même principe pour la fermeture du couvercle, il y a le mode de maintenance (S11) et l'utilisation normale avec les mêmes exigences de sécurité que pour l'ouverture du couvercle. Le voyant H22 n'est pas présent sur la vue 3D.

Figure XXXII Fermeture couvercle

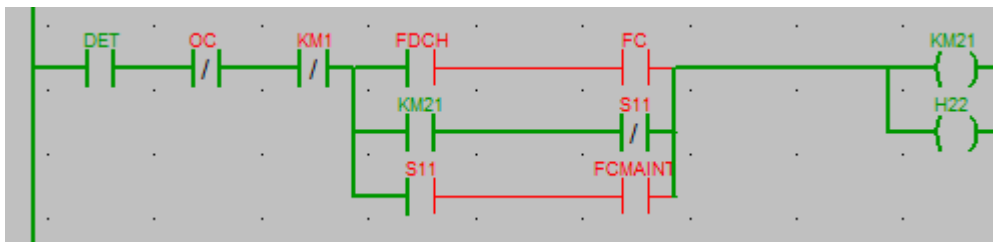


Figure XXXIII Fermeture couvercle

La partie fermeture du couvercle respecte bien le fonctionnement attendu du système.

Les voyants :

- H1

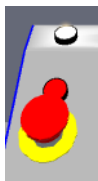


Figure XXXIV H1

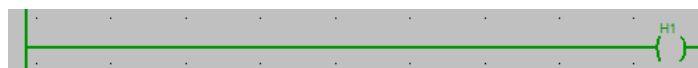


Figure XXXV H1

Le voyant H1 est activé dès que le système est sous tension, donc dans notre cas, tant que le bouton d'arrêt d'urgence (SAU) n'est pas activé.

On voit les problèmes de piloter l'arrêt d'urgence par l'automate, car un arrêt d'urgence ne signifie pas forcément la mise hors tension d'un système entier. En effet, si un système est complètement mis hors tension, suivant le système, il peut y avoir des problèmes (chute de pièce si une électrovanne n'est plus alimentée).

Dans notre cas, il n'y a aucun risque car tout est simulé en 3D.

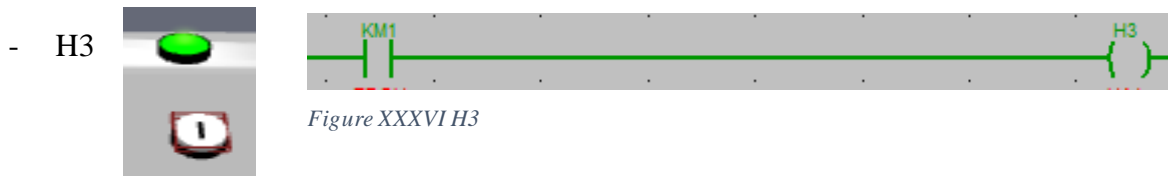


Figure XXXVII H3

Le voyant H3 s'allume si la pale tourne

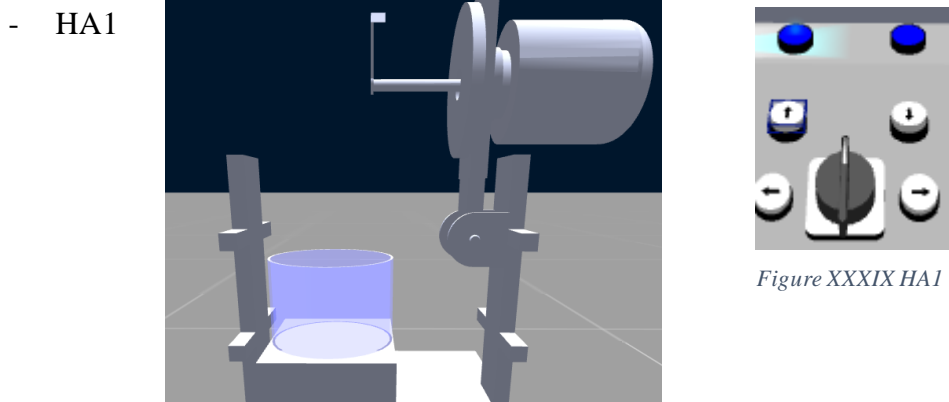


Figure XXXVIII HA1

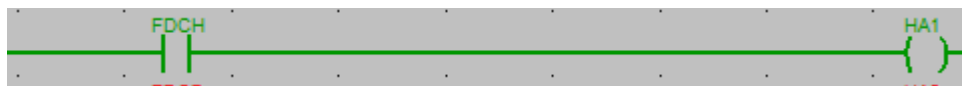


Figure XL HA1

Le voyant HA1 s'allume si 'FDCH' est actif, donc si le couvercle est ouvert.

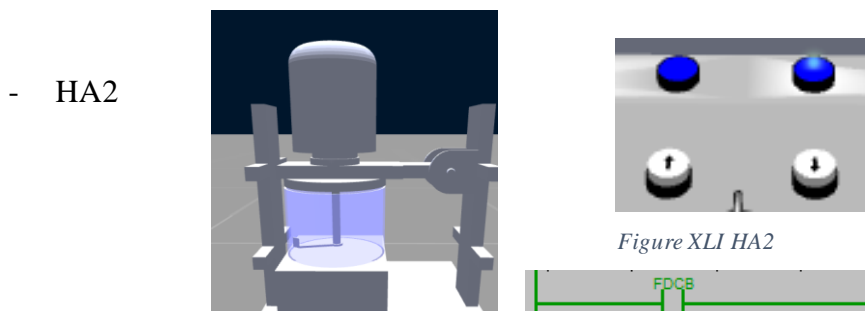


Figure XLII HA2

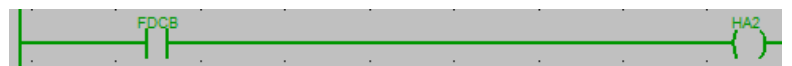


Figure XLIII HA2

Le voyant HA2 s'allume si 'FDCB' est actif, donc si le couvercle est fermé.

- HT



Figure XLIV DET



Figure XLV HT

Le voyant HT n'est pas présent sur la vue 3D, mais s'active bien quand la pale est bien positionnée sous le capteur 'DET'.

- H5



Figure XLVI CEL et H5

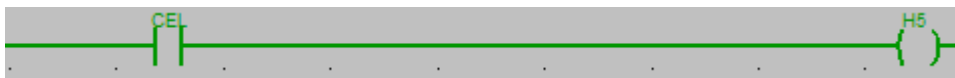


Figure XLVII H5

Sur le système CEL est un capteur qui détecte si le malaxeur est rempli ou non. Dans notre vue 3D, ce capteur est simulé par un bouton poussoir.

Si le malaxeur est rempli (CEL actif), le voyant H5 est bien allumé.

Pour conclure, la gestion des voyants est bien validée mais des améliorations sont possibles sur la simulation 3D pour une meilleure vision et clarté de notre système. Nos résultats sont cohérents avec les attentes et valident le fonctionnement souhaité du malaxeur.

Conclusion

Pour conclure, ce rapport valide la conformité du programme 'LEVIGNAC_Nolhan_SAE_final.STU'. En effet ce fichier peut permettre par la suite, de faire fonctionner le malaxeur avec l'aide d'un automate, ainsi de remplacer l'armoire électrique de commande par un automate.

Une seule modification importante sera à prévoir, l'arrêt d'urgence. Il faut un arrêt d'urgence câblé physiquement sur le malaxeur et non une entrée de l'automate.

Des améliorations sont aussi possibles, l'ajout des voyants H21, H22 et HT, et l'ajout d'un automate (API) de sécurité pour exécuter des fonctions de sécurité plus précises.

Une supervision peut aussi compléter le système permettant de surveiller et piloter le malaxeur avec un IHM.

Bilan personnel

Cette SAE (Situation d'Apprentissage et d'Evaluation), centrée sur l'automatisation d'un malaxeur, m'a permis de mobiliser et de consolider plusieurs compétences essentielles en automatisme industriel. Elle m'a offert l'occasion de mettre en pratique les notions vues en cours, telles que la lecture et la réalisation de schémas électriques sur QElectroTech, la programmation d'un automate programmable, la programmation en ladder, l'utilisation d'un simulateur 3D 'Virtual Universe Pro'.

Ce projet m'a également aidé à développer une approche méthodique et logique dans la résolution de problèmes techniques, tout en renforçant ma compréhension du lien entre la partie matérielle (Automate, Actionneurs/Capteurs, Préactionneurs) et la partie logicielle (Control Expert Basic, Virtual Universe Pro).

Enfin, cette mission s'inscrit pleinement dans les compétences 'Concevoir la partie GEII d'un système', 'Vérifier la partie GEII d'un système' et 'Intégrer un système de commande et de contrôle dans un procédé industriel' du parcours GEII.

Ainsi, elle a contribué à renforcer mon autonomie et ma capacité à concevoir un programme pour un API, des compétences indispensables dans le domaine du génie électrique et de l'informatique industrielle.

