

**Institut Universitaire de Technologie,
Aix-Marseille Université**

**RAPPORT DE STAGE de fin de deuxième année
Bachelor Universitaire de Technologie
Spécialité Réseaux et Télécommunications
parcours cybersécurité**

**Modélisation Numérique des procédures de test de
programmes automatés (de sécurité) de
Naphtachimie**

Baghzim BAGHEZIM

Naphtachimie

Responsable entreprise : Patrick PERONA
Responsable académique : Corrine HOUSSIN

2024

Table des matières

1 Introduction.....	5
2 Présentation de l'entreprise.....	6
2.1 Activité de l'entreprise.....	6
2.2 Clients.....	7
2.3 Culture d'entreprise.....	7
2.4 Organisation des services.....	7
3 Présentation du service au sein de l'entreprise.....	8
3.1 Description du service.....	8
3.2 Missions et responsabilités.....	9
3.3 Organisation du service.....	9
3.4 Organigramme du service.....	10
4 Présentation du cadre technique général du sujet.....	10
4.1 Définition des objectifs du stage.....	10
4.1.1 Contexte et utilisation des automates.....	10
4.1.2 Problématique actuelle.....	11
4.2 Objectifs spécifiques à atteindre durant le stage.....	13
5 Présentation du travail réalisé.....	13
5.1 Analyse des besoins.....	13
5.2 Analyse et Développement des Scénarios de Test.....	16
5.3 Création de la structure des “blocs” génériques dans SilWorx.....	18
5.4 Élaboration des tables de vérité sous Excel.....	19
5.5 Génération des scénarios de test en VBA.....	20
5.6 Exécution et validation des tests (offline / online).....	20
5.6.1 Exécution en offline.....	21
5.6.2 Exécution en online.....	21
5.7 Instanciation et Création des Blocs.....	22
5.7.1 Structure des Blocs Génériques.....	22
5.7.2 Processus d'Instanciation Automatisée.....	23
5.7.3 Validation des Blocs Instances.....	23
6 Récupération et Mise en Forme des Rapports de Test.....	25
6.1 Récupération des Rapports.....	25
6.2 Documentation des Résultats.....	25
7 Projet ROADMAP 2025 : Déploiement et Perspectives.....	26
7.1 Déploiement Prévu en 2025.....	26
7.2 Automatisation des Tests.....	26
7.3 Impact et Perspectives.....	26
8 Conclusion.....	28
9 Remerciements.....	30
10 Glossaire.....	32
11 Bibliographie.....	34

1 Introduction

Mon stage de fin d'études s'est déroulé au sein du service Maintenance de Naphtachimie, portant sur la Modélisation Numérique des procédures de test de programmes automates de sécurité. Naphtachimie, une entreprise de renom dans le secteur de la pétrochimie, m'a offert l'opportunité de contribuer à l'optimisation de ses processus de maintenance via des solutions numériques innovantes.

L'objectif principal de mon stage était d'évaluer un logiciel de modélisation numérique pour les tests des programmes d'automates de sécurité. Plus précisément, il s'agissait d'examiner la facilité de création des scénarios, la gestion du volume de données, ainsi que la simplicité des processus d'importation et d'exportation des données de test. De plus, ma mission inclut le développement d'un outil informatique en utilisant Excel pour automatiser la génération de scénarios de test.

Ce rapport est structuré en trois principaux chapitres. Le premier chapitre présente l'entreprise Naphtachimie et son service Maintenance. Le deuxième chapitre décrit le cadre technique général du sujet de mon stage, notamment l'utilisation et le contexte des automates dans l'industrie pétrochimique. Enfin, le troisième chapitre détaille le travail réalisé, incluant la création de structures de blocs génériques, l'élaboration de tables de vérité, et la génération automatisée de scénarios de test.



2 Présentation de l'entreprise

2.1 **Activité de l'entreprise**

Naphtachimie, une joint-venture du groupe INEOS et du groupe TOTAL, rachetée entièrement par INEOS, est implantée depuis 1945 sur la plateforme de Lavéra, située dans la commune de Martigues.

Naphtachimie exploite plusieurs unités et produit principalement des oléfines (éthylène, propylène, butène, butadiène) à partir du craquage d'une coupe pétrolière légère fournie par la raffinerie : le naphta. Ces produits sont commercialisés par différents moyens : par terre, par fer, par mer, par pipeline, ou consommés en grande partie par d'autres sociétés de la plateforme telles que INEOS, Petroineos, Appryl, Oxochimie, et Kem One.

Les premières unités de la société ont été mises en service en 1953, tandis que les unités actuelles datent des années 1970. L'effectif de Naphtachimie est d'environ 480 personnes. L'établissement est classé Seveso 2 seuil haut en raison des risques industriels élevés associés à ses activités.



Figure 1 : Plan du site

2.2 Clients

- **INEOS** et ses filiales
- **Petroineos**
- **Appryl**
- **Oxochimie**
- **Kem One**

2.3 Culture d'entreprise

La culture d'entreprise de Naphtachimie se caractérise par un fort accent mis sur la **sécurité**, la **qualité**, et l'**innovation**. En tant qu'entreprise classée Seveso, Naphtachimie adhère strictement aux réglementations en matière de sécurité et d'environnement, et promeut une culture de sécurité rigoureuse parmi ses employés.

Les valeurs clés de Naphtachimie incluent :

- **Sécurité avant tout** : Engagement à maintenir des normes de sécurité élevées pour protéger les employés, la communauté et l'environnement.
- **Innovation continue** : Investissement dans la recherche et le développement pour améliorer les procédés et produits.
- **Responsabilité environnementale** : Initiatives visant à réduire l'empreinte écologique de ses activités.

2.4 Organisation des services

Naphtachimie est organisée en plusieurs services pour assurer une gestion efficace de ses opérations complexes. L'organigramme général de l'entreprise est structuré comme suit :

Direction Générale

- **Service de Production**
 - Unité de craquage
 - Unité de séparation
 - Unité de purification
- **Service Technique**
 - Maintenance
 - Ingénierie
- **Service Qualité et Sécurité**
 - Sécurité des procédés
 - Contrôle qualité
- **Service Commercial**
 - Vente et distribution
 - Relations clients
- **Service RH**
 - Gestion des ressources humaines
 - Formation et développement



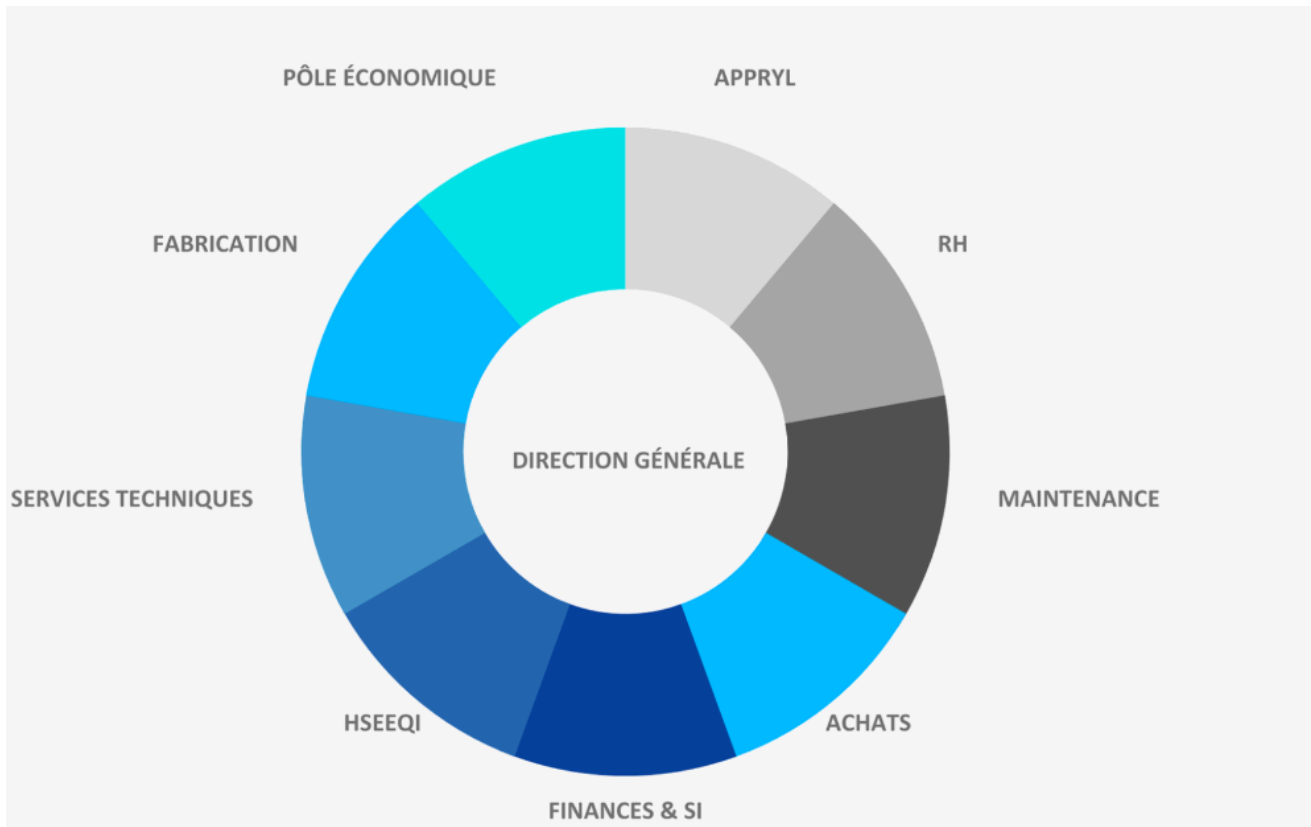


Figure 2 : L'organigramme général de l'entreprise

3 Présentation du service au sein de l'entreprise

Le département élabore, développe et met en œuvre les stratégies de maintenance. Dans ce cadre, et avec le support de contrats de prestations externes, il réalise la maintenance quotidienne et les grands entretiens programmés. Dans le cadre de plans moyen et long terme, il étudie et réalise les projets de maintien et de fiabilisation pour assurer la pérennité des équipements. Enfin, il participe ou réalise en propre les analyses de dysfonctionnements permettant d'alimenter les futurs plans dans une démarche d'amélioration continue

3.1 Description du service

Le **service maintenance** de Naphtachimie joue un rôle crucial dans le bon fonctionnement et la pérennité des installations industrielles de l'entreprise. Ce département est responsable de l'élaboration, du développement et de la mise en œuvre des stratégies de maintenance. Ces stratégies sont essentielles pour assurer la continuité de la production et la sécurité des opérations.

3.2 Missions et responsabilités

Le service maintenance se concentre sur plusieurs missions principales :

- **Maintenance quotidienne** : Assurer l'entretien régulier des équipements pour éviter les pannes et garantir un fonctionnement optimal. Cela inclut la surveillance continue des installations, la réalisation de petites réparations, et la gestion des interventions de maintenance corrective.
- **Grands entretiens programmés** : Organiser et superviser les opérations de maintenance lourde et les arrêts programmés des unités de production pour effectuer des réparations majeures, des inspections détaillées et des remplacements de pièces critiques.
- **Projets de fiabilisation** : Étudier et mettre en œuvre des projets visant à améliorer la fiabilité et la durabilité des équipements sur le moyen et long terme. Cela comprend la modernisation des installations, l'intégration de nouvelles technologies et l'optimisation des processus de maintenance.
- **Analyses de dysfonctionnements** : Mener des analyses approfondies des pannes et des incidents pour identifier les causes profondes et développer des plans d'action préventifs. Ces analyses s'inscrivent dans une démarche d'amélioration continue, visant à réduire les risques de défaillance et à augmenter la sécurité et l'efficacité des opérations.

3.3 Organisation du service

Le service maintenance de Naphtachimie est structuré de manière à partager les tâches et projets entre les deux membres organiques. Il comprend plusieurs rôles spécifiques et une répartition claire des responsabilités :

- **Responsable de maintenance** : Supervise l'ensemble des activités de maintenance, coordonne les équipes et s'assure de la mise en œuvre des stratégies de maintenance.
- **Experts** :
 - M.Perona qui est un expert en **automate** : Spécialiste des systèmes de contrôle et d'automatisation, il assure le bon fonctionnement et l'optimisation des automates industriels, et s'occupe de la **LPU** (Liste de Priorité Urgente).
 - M.Scherb, un spécialiste en info industrielle automates, il s'occupe majoritairement de la responsabilité de la **LPO** (Liste de Priorité Opérationnelle).
- **Équipe de maintenance préventive et corrective** : Répartie entre la maintenance quotidienne et les grands entretiens programmés, cette équipe composée de ces deux personnes veille à la maintenance régulière des équipements et à la gestion des pannes.



3.4 Organigramme du service

L'organigramme du service maintenance pourrait être représenté comme suit :

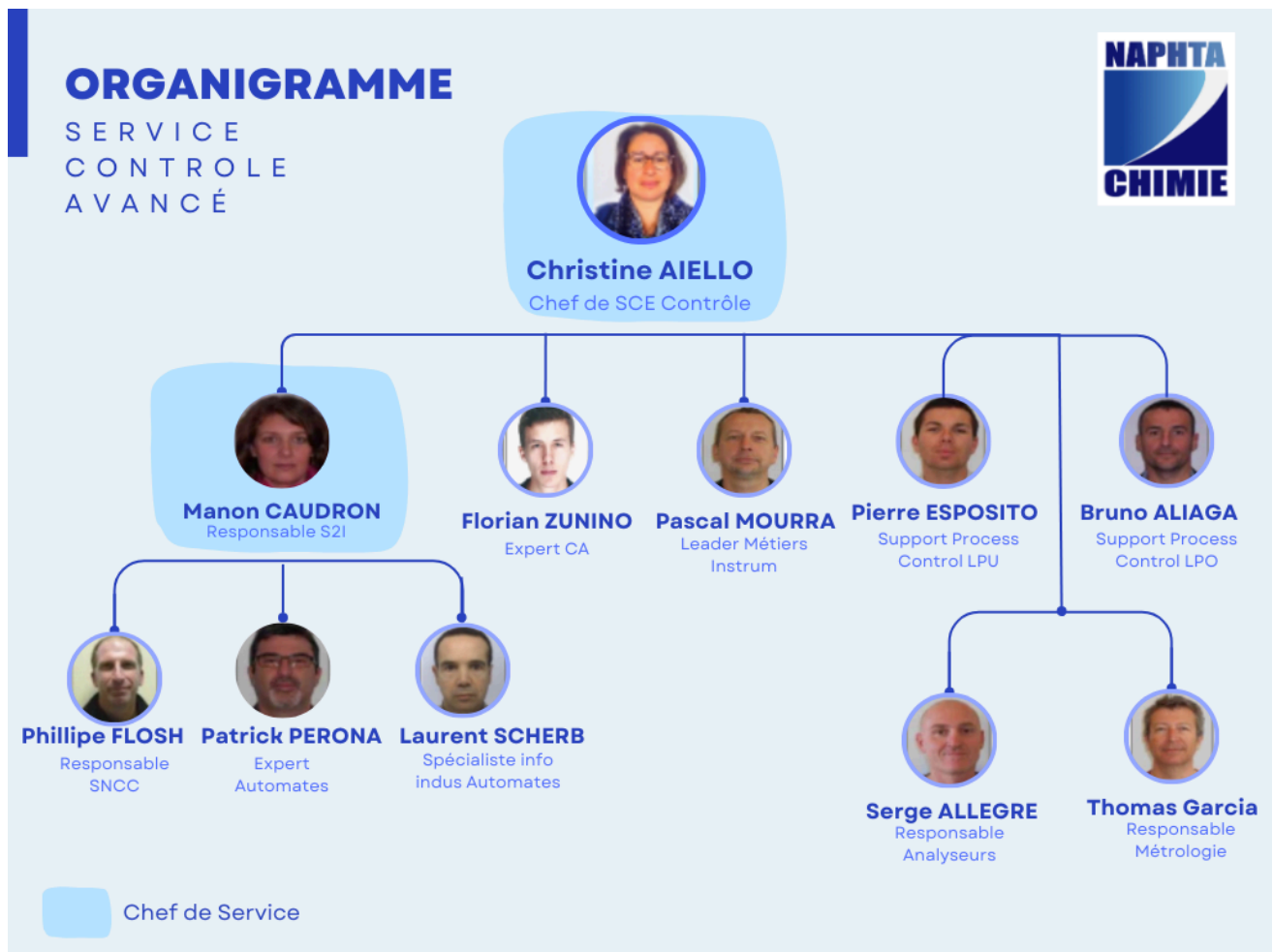


Figure 3 : Organigramme du service de maintenance

4 Présentation du cadre technique général du sujet

4.1 Définition des objectifs du stage

4.1.1 Contexte et utilisation des automates

Sur un site de pétrochimie, les automates programmables industriels (API) et les automates de sécurité (APS) jouent un rôle crucial dans la supervision, le contrôle et la sécurité des processus industriels.

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique utilisé pour automatiser les processus industriels. Il remplace les relais, les minuteriers, et les séquenceurs mécaniques dans les systèmes de contrôle. Les API sont largement utilisés dans les usines et les installations de production pour contrôler les machines, les lignes de production et les processus complexes. Leur rôle principal est d'assurer la précision, la répétabilité et la fiabilité des opérations industrielles.

Chez Naphtachimie, les API sont utilisés pour :

- **Superviser et contrôler les processus de production** : Ils surveillent les indicateurs de production (température, pression, flux, etc.) et exécutent des actions en fonction des paramètres préprogrammés.
- **Optimiser la production** : En ajustant automatiquement les conditions de production pour maximiser l'efficacité et la qualité des produits (la régulation).

En plus des API, Naphtachimie utilise des **automates de sécurité (APS)**. Les APS sont spécialement conçus pour les applications critiques où la sécurité est primordiale. Les principales différences entre les APS et les API sont :

- **Autodiagnostic avancé** : Les APS possèdent une capacité d'autodiagnostic plus précise de leurs systèmes (CPU, Entrée/Sortie), avec une couche supplémentaire de vérification pour détecter les possibles défaillances.
- **Position de sécurité** : En cas de détection d'une panne interne, les APS peuvent automatiquement se mettre en position de sécurité (coupure de tous les ordres de commandes) et par conséquent met en sécurité le procédé qu'il contrôle.
- **Gestion des pannes dormantes** : Les pannes dormantes, qui ne sont pas apparentes tant qu'elles ne sont pas sollicitées, peuvent être particulièrement dangereuses. Les APS sont capables de détecter ces pannes et de réagir en conséquence pour garantir la sécurité.

C'est une fonction qui n'est pas opérationnelle sans qu'on soit au courant, c'est pour cela que l'APS met en place une surveillance de ligne pour dévier cette possibilité. (elle est à manque)

4.1.2 Problématique actuelle

Jusqu'à présent, les tests des applications programmées étaient réalisés de manière traditionnelle à l'aide de fiches de test papier. Ce processus consistait à :

- **Forcer les valeurs des variables sur l'outil logiciel constructeur** : Qui permet de forcer les états des entrées (TOR ou Analogique) et observer les résultats.
- **Vérifier les résultats sur l'IHM** : Confirmer que les résultats obtenus correspondent aux attentes en cochant les cases "OK" ou "NOT OK".

Cependant, cette méthode présente plusieurs inconvénients :

- **Complexité et longueur des tests** : En raison du grand nombre d'entrées et de sorties dans un automate, les tests peuvent être extrêmement longs et fastidieux.
- **Risque d'erreurs humaines** : La nature répétitive et détaillée des tests peut entraîner des erreurs d'inattention, ce qui peut conduire à un travail bâclé ou incorrect.

Vous pouvez constater en-dessous la figure 4, un exemple d'une fiche de procédure d'essais de l'acquisition analogique au format papier.



Validation du bloc	
<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK

9.1.5 Procédure d'essais de l'acquisition analogique

le 12/12/2019 à 9h30

PS4711A- Pression fuel gaz passe 1		Validation	
Mise en conditions Initiales : PE4711A= 140000 points PE4711A_VOIE_OK= TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> Ok	<input type="checkbox"/> NOK
Superviseur : PS4711A= 2,5 bar eff sur la vue « A compléter par NC » Synthèse dérive : PD4711A_DRV= 1, pas d'alarme Dérive Haute : PDH4711A_DRV= 1, pas d'alarme Dérive Basse : PDL4711A_DRV= 1, pas d'alarme Invalidité signal : PD4711A= 1, pas d'alarme Défaut voie : PE4711A_DEF_VOIE = 0, pas d'alarme Défaut L Temporisé : PQL4711A= 1, pas d'alarme Défaut L sans filtre : PQL4711A_AL= 0, pas d'alarme Défaut H Temporisé : PQH4711A= 1, pas d'alarme Défaut H sans filtre : PQH4711A_AL= 0, pas d'alarme Défaut HH Temporisé : PQHH4711A= 1, pas d'alarme Défaut HH sans filtre : PQHH4711A_AL= 0, pas d'alarme		<input checked="" type="checkbox"/> Ok	<input type="checkbox"/> NOK
SOE : Synthèse dérive : PD4711A_DRV= 1 ✓ Dérive Haute : PDH4711A_DRV= 1 ✓ Dérive Basse : PDL4711A_DRV= 1 ✓ Invalidité signal : PD4711A= 1 ✓ Défaut voie : <i>PS4711A_DEF_VOIE = 0</i> ✓ Défaut L Temporisé : PQL4711A= 1 ✓ Défaut L sans filtre : PQL4711A_AL= 0 ✓ Défaut H Temporisé : PQH4711A= 1 ✓ Défaut H sans filtre : PQH4711A_AL= 0 ✓ Défaut HH Temporisé : PQHH4711A= 1 ✓ Défaut HH sans filtre : PQHH4711A_AL= 0 ✓		<input checked="" type="checkbox"/> Ok	<input type="checkbox"/> NOK
Simuler la valeur de PS4711A sur les états suivants et vérifier les résultats sur la vue « A compléter par NC » : - 0% de la mesure (0 bar eff) bande morte → Mettre la mesure à 30000 pts - 0% de la mesure (0 bar eff) → Mettre la mesure à 38000 pts <i>40000</i> - 50% de la mesure (2 bar eff) → Mettre la mesure à 120000 pts - 100% de la mesure (4 bar eff) → Mettre la mesure à 200000 pts - 100% de la mesure (4 bar eff) bande morte → Mettre la mesure à <i>218000</i> pts <i>220000</i>		<input checked="" type="checkbox"/> Ok	<input type="checkbox"/> NOK

Figure 4 : Exemple de cahier de réception (papier)

Récemment, nous avons eu la possibilité grâce à l'utilisation d'un logiciel développé par le constructeur, permettant de forcer les variables de l'automate et de tester leur fonctionnement sans nécessité de modification du programme. Ce logiciel permet de :

- **Réduire la durée des tests** : Automatiser les tests permet de les réaliser plus rapidement et plus efficacement.
- **Améliorer la précision** : En éliminant les erreurs humaines potentielles, la qualité des vérifications serait améliorée.

Cependant, il faudra développer les scénarios de tests qui devront être lancés par ce logiciel pour tester les différentes fonctionnalités du programme.

Voici un exemple en-dessous, qui illustre la fiche de procédure d'essais de l'acquisition analogique au format numérique. Nous pouvons constater que les paramètre d'entrée (Set_Value) et les paramètre de sortie (Check_Value) sont validés par le logiciel SilworkX.

Test Plan	Name	Type	Setpoint	Actual Value	Status	Description	Specification
1	Sequence N°1	SEQUENCE			OK		
2	PREPARATION_INIT_TEST_001	PREPARATION			OK	Valeur Initiale Combinaison 1	
3	SET_VALUE	SET_VALUE			OK		
4	Voteur_10015_V2_01_Seuil	BOOL	True	TRUE	OK		
5	Voteur_10015_V2_02_Invalidite	BOOL	True	TRUE	OK		
6	Voteur_10015_V2_03_Bipasse	BOOL	False	FALSE	OK		
7	CASE_TEST_001a	CASE			OK	Action Première Combinaison	
8	SET_VALUE	SET_VALUE			OK		
9	Voteur_10015_V2_01_Seuil	BOOL	False	FALSE	OK		
10	Voteur_10015_V2_02_Invalidite	BOOL	False	FALSE	OK		
11	Voteur_10015_V2_03_Bipasse	BOOL	False	FALSE	OK		
12	CHECK_VALUE	CHECK_VALUE			OK		
13	Voteur_10015_V2_501_Declenche	BOOL	False	FALSE	OK		
14	Voteur_10015_V2_502_Secu_Inactive	BOOL	False	FALSE	OK		
15	PREPARATION_INIT_TEST_002	PREPARATION			OK	Valeur Initiale Combinaison 2	
16	SET_VALUE	SET_VALUE			OK		
17	Voteur_10015_V2_01_Seuil	BOOL	True	TRUE	OK		
18	Voteur_10015_V2_02_Invalidite	BOOL	True	TRUE	OK		
19	Voteur_10015_V2_03_Bipasse	BOOL	False	FALSE	OK		
20	CASE_TEST_002a	CASE			OK	Action Première Combinaison	
21	SET_VALUE	SET_VALUE			OK		
22	Voteur_10015_V2_01_Seuil	BOOL	True	TRUE	OK		
23	Voteur_10015_V2_02_Invalidite	BOOL	False	FALSE	OK		
24	Voteur_10015_V2_03_Bipasse	BOOL	False	FALSE	OK		
25	CHECK_VALUE	CHECK_VALUE			OK		
26	Voteur_10015_V2_501_Declenche	BOOL	True	TRUE	OK		
27	Voteur_10015_V2_502_Secu_Inactive	BOOL	False	FALSE	OK		
28	CASE_TEST_002b	CASE			OK	Action Après Tempo Combinaison	
29	WAIT	WAIT	T#500ms	T#500ms	OK		
30	CHECK_VALUE	CHECK_VALUE			OK		
31	Voteur_10015_V2_501_Declenche	BOOL	False	FALSE	OK		

.Figure 5 : Exemple de cahier de réception (numérique)

4.2 Objectifs spécifiques à atteindre durant le stage

L'Objectif de ce stage est d'évaluer le logiciel de modélisation numérique des test des programmes d'automates selon les critères suivants :

- **Facilité de création des scénarios** : Évaluer la simplicité et l'efficacité du logiciel pour créer des scénarios de test. Cela inclut la facilité d'utilisation de l'interface utilisateur et la convivialité des fonctionnalités disponibles pour les utilisateurs.
- **Gestion du volume de données** : Analyser la capacité du logiciel à gérer de grands volumes de données, y compris les scénarios de test volumineux. Cela inclut la performance du logiciel lorsqu'il traite des tables de vérité complexes avec des scénarios multiples.
- **Simplicité d'import/export des données** : Vérifier si le processus d'importation et d'exportation des données de test est possible. Cela inclut l'évaluation des formats de fichiers supportés, la compatibilité avec d'autres logiciels utilisés par Naphtachimie.

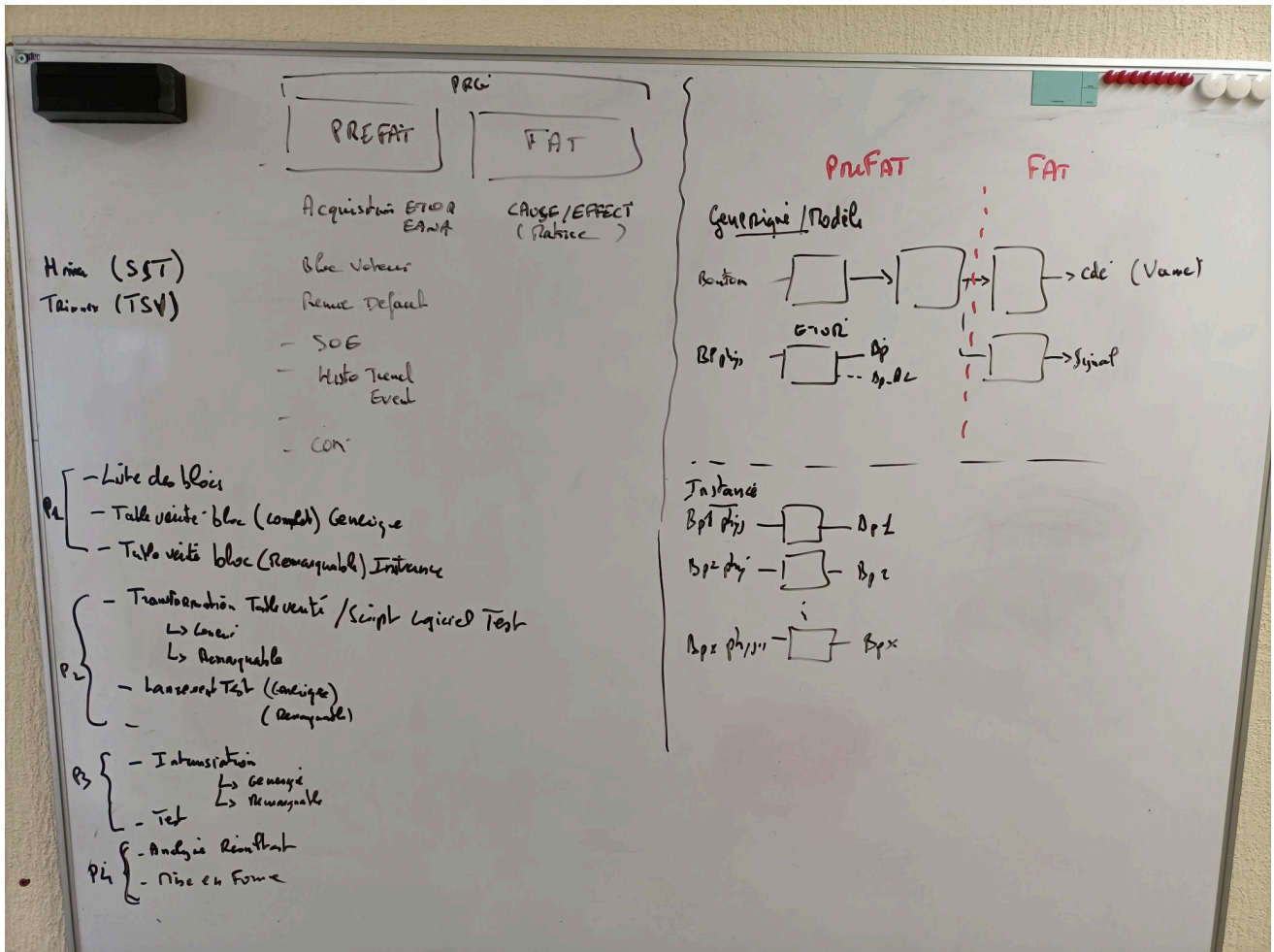
Et également développer un outil informatique pour la génération automatisée des scénarios de tests, en utilisant Excel pour les scénarios de test.

5 Présentation du travail réalisé

5.1 Analyse des besoins

La première étape est d'analyser les besoins exprimés par mon tuteur lors d'une réunion de lancement du projet. L'utilité de mon projet d'inscrit dans un projet global de ROADMAP APS qui nous oblige à reprogrammer les programmes automatés (suite à changement des automatés de programmation) et la mise au standard.

Voici un plan des étapes noté P1/P2..P3 au quelle nous devons y tenir afin d'accomplir notre objectif



.Figure 6 : Plan pour le test du logiciel

Le langage de programmation qui sera utilisé pour développer les scénarios et les scripts est un langage de POO (Programmation Orientée Objet). Ce paradigme permettra de structurer les scénarios de test de manière logique et claire.

Par exemple, chaque bloc de programme à tester sera représenté par un objet, avec des méthodes spécifiques pour générer les scénarios de test, exécuter les tests et récupérer les résultats. Les différents objets pourront interagir entre eux pour former des scénarios de test complexes tout en maintenant une architecture de code claire et modulaire.

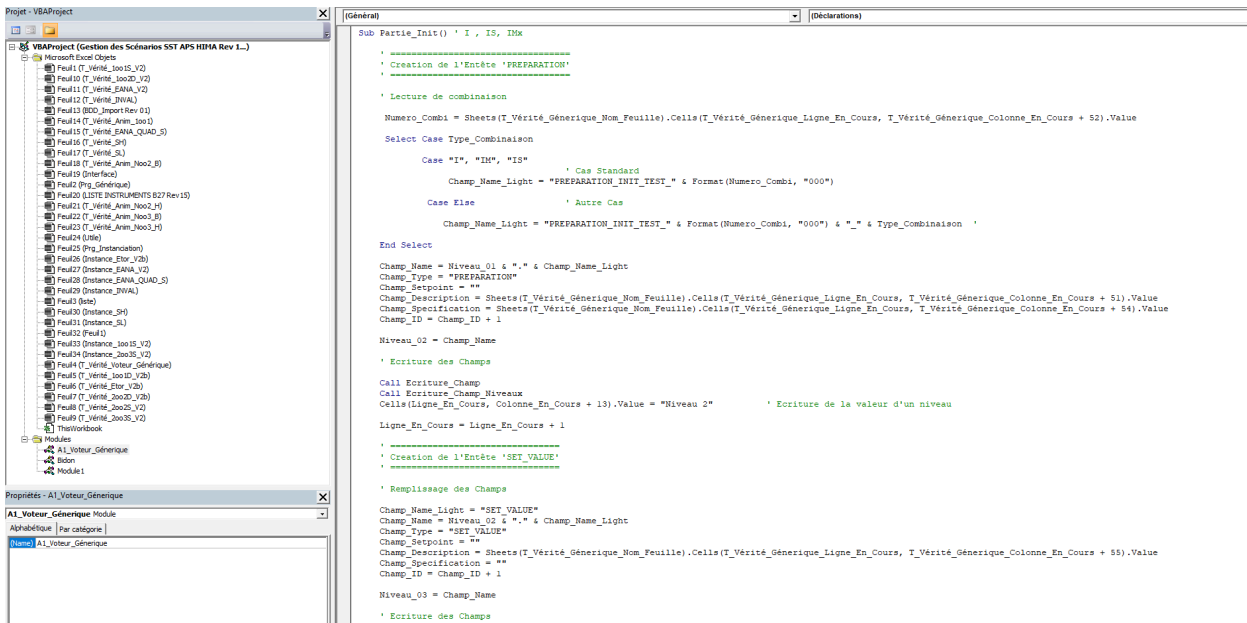


Figure 7 : Exemple de cahier de réception (numérique)

En Programmation Orientée Objet, les programmes sont conçus en blocs, et il existe deux types de blocs dans notre contexte : les blocs utilisateurs et les blocs constructeurs.

- Les blocs utilisateurs sont des blocs spécifiques développés par Naphtachimie, tels que les blocs d'entrée TOR et les blocs de voteurs. (voir figure 8)
- Les blocs constructeurs sont des blocs fournis par le développeur du logiciel d'automate (SilWorkX), comme les blocs ET, OU, et ADDITION.

Ma mission est de valider les blocs utilisateurs. Mon objectif est de modéliser numériquement le test de ces blocs en les programmant un par un dans un programme spécifique avec des variables génériques comme paramètres, et en créant les scénarios pour les tester.

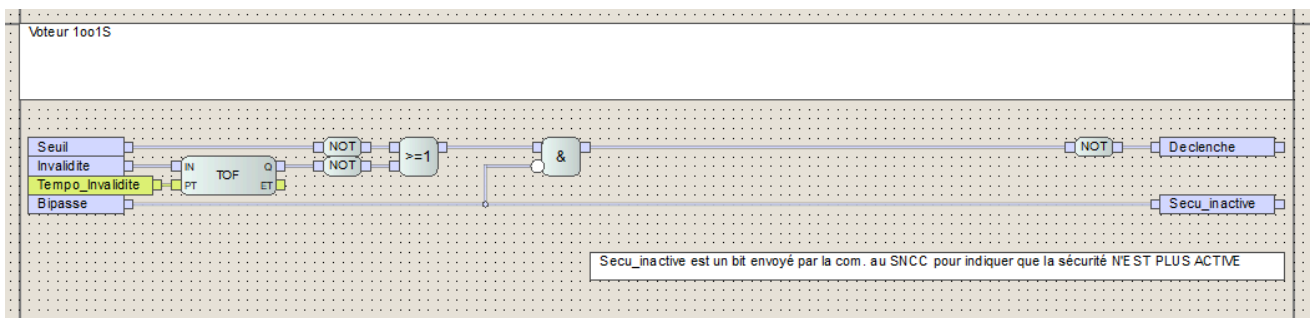


Figure 8 : Script interne d'un Voteur 1001S

5.2 Analyse et Développement des Scénarios de Test

Pour pouvoir créer la structure des blocs génériques, il nous faut analyser la structure d'importation d'un scénario.

Donc il a fallu commencer par développer un scénario manuellement (de test) à l'aide de l'éditeur de tests et de sa bibliothèque de fonction (voir figure 9). (voir figure 10)

ID	Type	Description
1	CASE	Test Case
2	CHECK_VALUE	Check Process Value
3	CHECKPOINT	Checkpoint with manual action
4	PREPARATION	Preparation
5	RESET	Reset Previous Force Values
6	RESET_VALUE	Reset Specific Force Values
7	SEQUENCE	Sequence
8	SET_VALUE	Set Force Values
9	WAIT	Wait

Figure 9 :Bibliothèque de fonction pour créer les scénarios

ID	Name	Type	Setpoint	Description	Specification	ID
1	Sequence N°1	SEQUENCE				1
2	PREPARATION_INIT_TEST_001	PREPARATION		Valeur Initiale Mesure Test 1 1		2
3	SET_VALUE	SET_VALUE				3
4	Anim_1001_J01_Mesure	REAL	10.0			4
5	CASE_TEST_001_PMA1	CASE		Mesure 0% Test (Mise à l'échelle)		5
6	SET_VALUE	SET_VALUE				6
7	Anim_1001_J01_Mesure	REAL	-10.0			7
8	CHECK_VALUE	CHECK_VALUE				8
9	Anim_1001_S01_Mesure_valide	INT	0			9
10	Anim_1001_S02_Mesure_valide_Reet	REAL	-10.0			10
11	CASE_TEST_001_PMA2	CASE		Mesure 50% Test (Mise à l'échelle)		11
12	CASE_TEST_001_PMA3	CASE		Mesure 100% Test (Mise à l'échelle)		17
13	CASE_TEST_001_PMA4	CASE		Mesure butée échelle Max (Mise à l'échelle)		23
14	CASE_TEST_001_PMA5	CASE		Mesure butée échelle Min (Mise à l'échelle)		29
15	PREPARATION_INIT_TEST_002	PREPARATION		Valeur Initiale Mesure Test 2 2		35
16	CASE_TEST_002_PMA6	CASE		Connexion Variable Max Echelle Physique (Mise à l'...		38
17	CASE_TEST_002_PMA7	CASE		Connexion Variable Min Echelle Physique (Mise à l'...		45

Figure 10 : Modèle de scénario de test développer

Le scénario a ensuite été exporté pour que nous puissions examiner sa structure en détail. L'objectif était de comprendre comment les données étaient organisées et formatées, afin de reproduire ce format numériquement. (voir figure 11)

5.3 Création de la structure des “blocs” génériques dans SilWorx

La première étape du projet a consisté à créer la structure des blocs utilisateurs dans l'environnement SilWorX, le logiciel de programmation utilisé pour les automates de sécurité Hima. Cette phase a impliqué l'élaboration de la base de données (BDD) et des blocs de la bibliothèque nécessaires pour les tests. L'objectif était de standardiser les blocs pour faciliter les tests ultérieurs. Voici comment cela a été réalisé :

- **Définition des blocs génériques :** J'ai identifié les différents types de blocs nécessaires pour les tests. Cela incluait des blocs voteurs (1001S_V2, 1001D_V2b, 2002S_V2, etc.)(voir figure 13), des blocs analogiques (EANA_S, EANA_QUAD), des blocs d'animation et d'échelle qui ont pour chaque une des fonctions différentes.

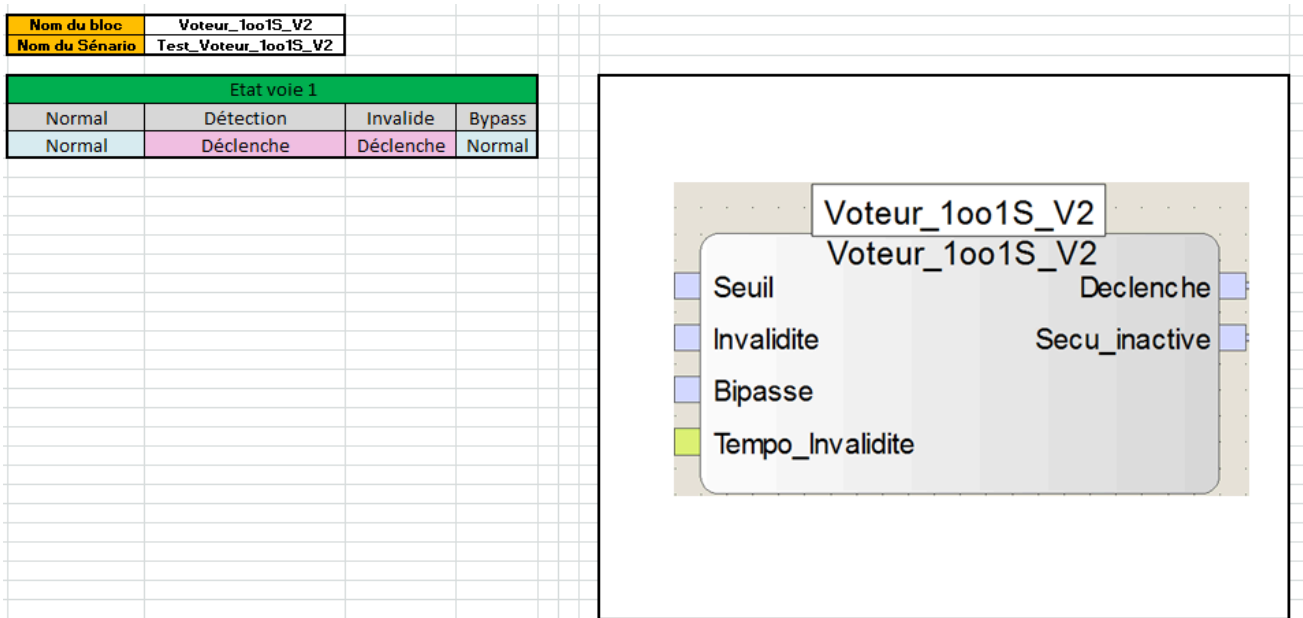


Figure 13 : Exemple de bloc voteur

- **Programmation dans SilWorX :** Chaque bloc a été programmé dans SilWorX en respectant les spécifications des blocs standards K13A (liste des bonnes pratiques pour programmer un automate à Naphtachimie) en y ajoutant les bonnes variables d’entrée et de sortie associées au bloc. (voir figure 14)

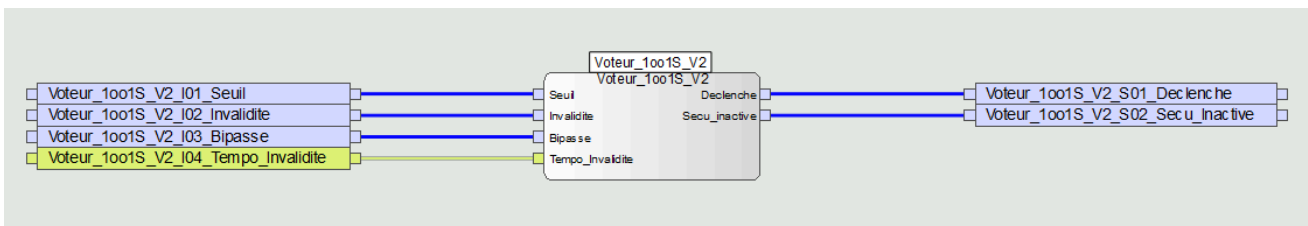


Figure 14 : Exemple de bloc voteur dans le programme SST

- **Vérification et test des blocs** : Une fois programmés, les blocs ont été vérifiés pour s'assurer qu'ils répondent aux attentes en termes de fonctionnalités et de performance. Cela a impliqué des tests de compilation et de débogage pour chaque type de bloc.

5.4 Élaboration des tables de vérité sous Excel

Les tables de vérité sont essentielles pour définir les scénarios de test des blocs de programmation. Une fois que les blocs que nous devons programmer ont été sélectionnés, pour pouvoir avoir un gain de temps, voici les étapes suivies pour leur élaboration :

- **Automatisation des combinaisons** : Grâce à Excel, j'ai pu automatiser la génération des combinaisons possibles à l'aide des formules disponibles sur Excel pour les tests, réduisant ainsi le risque d'erreurs humaines et augmentant l'efficacité du processus. Cette étape peut paraître longue à concevoir mais puisqu'il y a un travail de volume, et qu'au final le principe de table de vérité/test (combinaison) est applicable pour chaque bloc, un formalisme qui s'est appliqué dès le départ de la création des tables.
- **Inclusion des vérifications supplémentaires** : Des vérifications ont été intégrées dans les tables pour s'assurer que les combinaisons étaient correctes. Par exemple, des formules ont été ajoutées pour vérifier que le nombre de combinaisons du tableau de vérité est celles attendues, c'est-à-dire qu'il correspond à toutes les combinaisons possibles, qu'il n'en manque pas et qu'elles sont uniques (pas de doublons). (voir figure 15)

S06	S07	Commentaire Action	Combi(Globale)	Type Cb	CBLink	Etat	ID	SuperMaster	ID SuperMaster	N Master	Vérité Slave	Etat Recopie
40	0	Valeur Initiale Combinaison 1	1	I	1	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1	1M1	0	0	0	0	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1
41	0	Action Première Combinaison 1	1	P	2	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1	1M2	0	0	0	0	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1
42	0	Action Après Tempo Combinaison 1	1	W	3	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1	1M3	0	0	0	0	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1
43	0	-	1	-	4	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1	1M4	0	0	0	0	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1
44	0	Valeur Initiale Combinaison 2	2	I	1	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1	2M1	0	0	1	0	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1
45	0	Action Première Combinaison 2	2	P	2	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1	2M2	0	0	1	0	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1
46	0	Action Après Tempo Combinaison 2	2	W	3	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1	2M3	0	0	1	0	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1
47	0	-	2	-	4	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1	2M4	0	0	1	0	Invalide_3/Invalide_2/Invalide_1
48	0	Valeur Initiale Combinaison 3	3	I	1	Invalide_3/Invalide_2/Déclenche_1	3M1	0	0	2	0	Invalide_3/Invalide_2/Déclenche_1
49	0	Action Première Combinaison 3	3	P	2	Invalide_3/Invalide_2/Déclenche_1	3M2	0	0	2	0	Invalide_3/Invalide_2/Déclenche_1
50	0	Action Après Tempo Combinaison 3	3	W	3	Invalide_3/Invalide_2/Déclenche_1	3M3	0	0	2	0	Invalide_3/Invalide_2/Déclenche_1
51	0	-	3	-	4	Invalide_3/Invalide_2/Déclenche_1	3M4	0	0	2	0	Invalide_3/Invalide_2/Déclenche_1
52	0	Valeur Initiale Combinaison 4	4	I	1	Invalide_3/Invalide_2/Normal_1	4M1	0	0	3	0	Invalide_3/Invalide_2/Normal_1
53	0	Action Première Combinaison 4	4	P	2	Invalide_3/Invalide_2/Normal_1	4M2	0	0	3	0	Invalide_3/Invalide_2/Normal_1
54	0	Action Après Tempo Combinaison 4	4	W	3	Invalide_3/Invalide_2/Normal_1	4M3	0	0	3	0	Invalide_3/Invalide_2/Normal_1
55	0	-	4	-	4	Invalide_3/Invalide_2/Normal_1	4M4	0	0	3	0	Invalide_3/Invalide_2/Normal_1
56	0	Valeur Initiale Combinaison 5	5	I	1	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	5M1	0	0	4	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
57	0	Action Première Combinaison 5	5	P	2	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	5M2	0	0	4	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
58	0	Action Après Tempo Combinaison 5	5	W	3	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	5M3	0	0	4	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
59	0	-	5	-	4	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	5M4	0	0	4	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
60	0	Valeur Initiale Combinaison 6	6	I	1	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	6M1	0	0	5	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
61	0	Action Première Combinaison 6	6	P	2	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	6M2	0	0	5	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
62	0	Action Après Tempo Combinaison 6	6	W	3	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	6M3	0	0	5	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
63	0	-	6	-	4	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	6M4	0	0	5	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
64	0	Valeur Initiale Combinaison 7	7	I	1	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	7M1	0	0	6	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
65	0	Action Première Combinaison 7	7	P	2	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	7M2	0	0	6	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
66	0	Action Après Tempo Combinaison 7	7	W	3	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	7M3	0	0	6	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1
67	0	-	7	-	4	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1	7M4	0	0	6	0	Invalide_3/Invalide_2/Bypass_1

Figure 15 : Exemple de formule de vérification

5.5 Génération des scénarios de test en VBA

Pour automatiser le processus de génération des scénarios de test, j'ai développé un programme en VBA (Visual Basic for Applications) qui fonctionne avec Excel et Word :

- **Développement du script VBA :** Le script VBA a été développé pour prendre les tables de vérité et générer automatiquement les scénarios de test sous un format compatible avec le logiciel de test utilisé par Naphtachimie.
- **Formalisation des fichiers d'import/export :** Le programme VBA a été conçu pour créer des fichiers d'import/export qui respectent le formalisme requis par le logiciel de test. Cela inclut la définition des noms, types, points de consigne, descriptions et ID pour chaque combinaison de test.
- **Tests et ajustements :** Après le développement initial, des tests ont été réalisés pour s'assurer que les scénarios générés étaient corrects et pouvaient être importés sans problème dans le logiciel de test. (voir figure 16)

Test Plan	Description	Default Tolerance for REAL	Default Tolerance for LINEAL	Test Data Consistency Check	ID
Test_Etor_V2b		0.00001	0.0	1	
Name	Type	Support	Description	Specification	ID
RESET_VAR	SEQUENCE				1
RESET_VAR.RESET	RESET				2
Sequence N1	SEQUENCE				3
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_001	PREPARATION		Value Initial: Combination 1		4
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_001.SET_VALUE	SET_VALUE				5
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_001.SET_VALUE.Etor_V2b_I01.Extrac	BOOL	True			6
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_001.SET_VALUE.Etor_V2b_I02.Stacc	BOOL	False			7
Sequence N1CASE_TEST_001a	CASE		Action Promise: Combination 1		8
Sequence N1CASE_TEST_001a.SET_VALUE	SET_VALUE				9
Sequence N1CASE_TEST_001a.SET_VALUE.Etor_V2b_I01.Extrac	BOOL	False			10
Sequence N1CASE_TEST_001a.SET_VALUE.Etor_V2b_I02.Stacc	BOOL	False			11
Sequence N1CASE_TEST_001a.CHECK_VALUE	CHECK_VALUE				12
Sequence N1CASE_TEST_001a.CHECK_VALUE.Etor_V2b_I01.Extrac	BOOL	True			13
Sequence N1CASE_TEST_001a.CHECK_VALUE.Etor_V2b_I02.Alarmc	BOOL	True			14
Sequence N1CASE_TEST_001b	CASE		Action Après Tempo: Combination 1		15
Sequence N1CASE_TEST_001b.WAIT	WAIT	T850ms			16
Sequence N1CASE_TEST_001b.CHECK_VALUE	CHECK_VALUE				17
Sequence N1CASE_TEST_001b.CHECK_VALUE.Etor_V2b_I01.Extrac	BOOL	False			18
Sequence N1CASE_TEST_001b.CHECK_VALUE.Etor_V2b_I02.Alarmc	BOOL	True			19
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_002	PREPARATION		Value Initial: Combination 2		20
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_002.SET_VALUE	SET_VALUE				21
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_002.SET_VALUE.Etor_V2b_I01.Extrac	BOOL	True			22
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_002.SET_VALUE.Etor_V2b_I02.Stacc	BOOL	False			23
Sequence N1CASE_TEST_002a	CASE		Action Promise: Combination 2		24
Sequence N1CASE_TEST_002a.SET_VALUE	SET_VALUE				25
Sequence N1CASE_TEST_002a.SET_VALUE.Etor_V2b_I01.Extrac	BOOL	True			26
Sequence N1CASE_TEST_002a.SET_VALUE.Etor_V2b_I02.Stacc	BOOL	False			27
Sequence N1CASE_TEST_002a.CHECK_VALUE	CHECK_VALUE				28
Sequence N1CASE_TEST_002a.CHECK_VALUE.Etor_V2b_I01.Extrac	BOOL	True			29
Sequence N1CASE_TEST_002a.CHECK_VALUE.Etor_V2b_I02.Alarmc	BOOL	False			30
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_003	PREPARATION		Value Initial: Combination 3		31
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_003.SET_VALUE	SET_VALUE				32
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_003.SET_VALUE.Etor_V2b_I01.Extrac	BOOL	True			33
Sequence N1PREPARATION_INIT_TEST_003.SET_VALUE.Etor_V2b_I02.Stacc	BOOL	False			34
Sequence N1CASE_TEST_003a	CASE		Action Promise: Combination 3		35
Sequence N1CASE_TEST_003a.SET_VALUE	SET_VALUE				36

Figure 16 : Scénarios générés sous Excel

5.6 Exécution et validation des tests (offline / online)

La phase suivante consistait à exécuter les scénarios de test et à valider les résultats obtenus. Cette étape cruciale permet de s'assurer que les automates fonctionnent conformément aux attentes définies dans les tables de vérité. Il existe deux types d'exécution : offline et online.

5.6.1 Exécution en offline

L'exécution offline se fait à partir du logiciel de simulation de l'automate. Cette méthode utilise un simulateur intégré pour valider les scénarios de test sans intervenir directement sur le matériel physique de l'automate. (voir figure 17)

Test Plan	Name	Type	Setpoint	Actual Value	Status	Description	Specification
1	Sequence N°1	SEQUENCE			OK		
2	PREPARATION_INIT_TEST_001	PREPARATION			OK	Valeur Initiale Combinaison 1	
3	SET_VALUE	SET_VALUE			OK		
4	Voteur_10015_V2_I01_Seuil	BOOL	True	TRUE	OK		
5	Voteur_10015_V2_I02_Invalidite	BOOL	True	TRUE	OK		
6	Voteur_10015_V2_I03_Bipasse	BOOL	False	FALSE	OK		
7	CASE_TEST_001a	CASE			OK	Action Première Combinaison	
8	SET_VALUE	SET_VALUE			OK		
9	Voteur_10015_V2_I01_Seuil	BOOL	False	FALSE	OK		
10	Voteur_10015_V2_I02_Invalidite	BOOL	False	FALSE	OK		
11	Voteur_10015_V2_I03_Bipasse	BOOL	False	FALSE	OK		
12	CHECK_VALUE	CHECK_VALUE			OK		
13	Voteur_10015_V2_S01_Dedienche	BOOL	False	FALSE	OK		
14	Voteur_10015_V2_S02_Secu_inactive	BOOL	False	FALSE	OK		
15	PREPARATION_INIT_TEST_002	PREPARATION			OK	Valeur Initiale Combinaison 2	
16	SET_VALUE	SET_VALUE			OK		
17	Voteur_10015_V2_I01_Seuil	BOOL	True	TRUE	OK		
18	Voteur_10015_V2_I02_Invalidite	BOOL	True	TRUE	OK		
19	Voteur_10015_V2_I03_Bipasse	BOOL	False	FALSE	OK		
20	CASE_TEST_002a	CASE			OK	Action Première Combinaison	
21	SET_VALUE	SET_VALUE			OK		
22	Voteur_10015_V2_I01_Seuil	BOOL	True	TRUE	OK		
23	Voteur_10015_V2_I02_Invalidite	BOOL	False	FALSE	OK		
24	Voteur_10015_V2_I03_Bipasse	BOOL	False	FALSE	OK		
25	CHECK_VALUE	CHECK_VALUE			OK		
26	Voteur_10015_V2_S01_Dedienche	BOOL	True	TRUE	OK		
27	Voteur_10015_V2_S02_Secu_inactive	BOOL	False	FALSE	OK		
28	CASE_TEST_002b	CASE			OK	Action Après Tempo Combinaison	
29	WAIT	WAIT	T#500ms	T#500ms	OK		
30	CHECK_VALUE	CHECK_VALUE			OK		
31	Voteur_10015_V2_S01_Dedienche	BOOL	False	FALSE	OK		

Figure 17 : Interface du logiciel d'exécution offline

5.6.2 Exécution en online

L'exécution online se fait directement sur l'automate physique. Cette méthode est essentielle pour valider les tests dans des conditions réelles, où les cycles de temps et autres paramètres peuvent différer de ceux simulés. (voir figure 18)

Name	Current Value	Configured Value	Changeable
3 Fast Start-Up	FALSE	FALSE	TRUE
4 Global Force Timeout Reaction	Stop Forcing Only	Stop Forcing Only	TRUE
5 Global Forcing Allowed	TRUE	TRUE	TRUE
6 Global MultiForcing Allowed	FALSE	FALSE	TRUE
7 Load Allowed	TRUE	TRUE	TRUE
8 Reload Allowed	TRUE	TRUE	TRUE
9 Safety time [ms]	6000	6000	TRUE
10 Start Allowed	TRUE	TRUE	TRUE
11 Target Cycle Time [ms]	0	0	TRUE
12 Target Cycle Time Mode	Fixed-tolerant	Fixed-tolerant	TRUE
13 Watchdog Time [ms]	2000	2000	TRUE

Date/Time	Severity	Message	Target Path
20/06/2024 11:32:53.454	Info	[192.168.0.119:8000 / 500] Loading the resource configuration started	
20/06/2024 11:32:56.690	Info	[192.168.0.119:8000 / 500] Resource configuration successfully loaded.	
20/06/2024 11:32:56.722	Info	Reload/Download [500.x.x]: Successful.	
20/06/2024 11:33:03.311	Info	Archive of Test_Prg_Site_sur_F30_Valide finished. Errors: 0 Warnings: 0	
20/06/2024 11:33:16.615	Info	Resource Cold Start [500.x.x]: Successful.	
20/06/2024 11:34:24.879	Info	Starting Imports: Import Test Plan from CSV File of Smart Safety Test. File: C:/Applicatifs/Baghim/Instance/Scenarios/Instance_Test_Voteur_20035_V2.csv.	/Configuration/Resource [500]/Smart Safety Test
20/06/2024 11:38:03.640	Info	Import successfully completed. Warnings: 0. Uncritical errors: 0.	/Configuration/Resource [500]/Smart Safety Test
20/06/2024 11:40:00.336	Info	Verification started.	/Configuration/Resource [500]/Smart Safety Test/Test_Voteur_20035_V2
20/06/2024 11:41:01.328	Error	Test plan start was aborted. Error: 1.	/Configuration/Resource [500]/Smart Safety Test/Test_Voteur_20035_V2
20/06/2024 11:42:50.886	Info	Start Global Forcing: Successful.	Resource [500.x.x]
20/06/2024 11:43:03.782	Error	Test plan start was aborted. Error: 1.	/Configuration/Resource [500]/Smart Safety Test/Test_Voteur_20035_V2

Figure 18 : Interface du logiciel d'exécution online

Sauf qu'il y a une différence de résultat lors de l'exécution de l'offline et l'exécution en online :

- **Différences entre Offline et Online** : La principale différence réside dans les cycles de temps. Par exemple, lors de la validation du bloc 2003S, le fichier généré en Excel contenait environ 17 000 lignes par bloc générique, et avec 25 instances, cela représentait environ 430 000 lignes. La génération de ce fichier a pris environ 4 heures et demie.
- **Problèmes rencontrés** : Lors de l'importation de ce fichier dans le simulateur offline, des erreurs ont été signalées, principalement sur les paramètres de temporisation. Nous avons émis l'hypothèse que ces erreurs étaient dues à des cycles de temps trop courts dans le simulateur.
- **Validation en Online** : Pour confirmer cette hypothèse, nous avons importé et exécuté les scénarios directement sur l'automate physique. Les tests se sont déroulés correctement, sans les erreurs observées en offline, validant ainsi notre hypothèse.

5.7 Instanciation et Création des Blocs

L'instanciation des blocs constitue une étape fondamentale dans le processus de modélisation numérique des tests des programmes d'automates chez Naphtachimie. Les blocs génériques programmés servent de structure de base pour la création automatisée des blocs instances, adaptés aux besoins spécifiques de chaque test.

5.7.1 Structure des Blocs Génériques

Les blocs génériques sont conçus pour être une structure modulaire et réutilisable. Chaque bloc générique est programmé avec des variables génériques, représentant les paramètres de base et les fonctionnalités communes aux différents tests. Il faut donc créer un tableau dans lequel nous pouvons y retrouver les paramètres instanciés à remplacer et leurs Tag. (voir exemple figure 19)



- **Exécution en Offline** : Utilisation d'un simulateur d'automate pour exécuter les tests dans un environnement virtuel, permettant d'analyser les résultats et d'identifier les éventuelles anomalies.
- **Exécution en Online** : Tests réalisés sur les automates réels pour évaluer les performances en conditions réelles. Cette phase garantit que les blocs instances répondent correctement aux besoins opérationnels de Naphtachimie.

Voici la liste représentant le nombre d'instance par bloc qui est sont dans le programme et ceux basé sur la matrice (voir figure 20).

	A	B	C	D	E	F
1	Réal Programme			Réal Documenst D'entrées		
2	Nom_Bloc	Nombre		Nom_Bloc K13 A	Nom Bloc Bibliothèque	Nombre
3	01_RACK_1	1		Instance_01_RACK_1	Instance_01_RACK_1	-
4	DIAG_ALIM_F-PWR_01	1		Instance_DIAG_ALIM_F-PWR_01	Instance_DIAG_ALIM_F-PWR_01	-
5	DIAG_TEMPERATURE	2		Instance_DIAG_TEMPERATURE	Instance_DIAG_TEMPERATURE	-
6	Prog_var_system	1		Instance_Prog_var_system	Instance_Prog_var_system	-
7	Diagnose	1		Instance_Diagnose	Instance_Diagnose	-
8	X.UTC	1		Instance_X.UTC	Instance_X.UTC	-
9	BLOC_BYPASS	64		Instance_BLOC_BYPASS	Instance_BLOC_BYPASS	-
10	Conv_Time_A	145		Instance_Conv_Time_A	Instance_Conv_Time_A	-
11	EANA_S	40		Instance_EANA_V2	Instance_EANA_S	40
12	EANA_QUAD_S	13		Instance_EANA_QUAD_S	Instance_EANA_QUAD_S	13
13	INVAL_V2	97		Instance_INVAL	Instance_INVAL_V2	97
14	SH	58		Instance_SH	Instance_SH	58
15	SL	43		Instance_SL	Instance_SL	41
16	Etor_V2b	44		Instance_Etor_V2b	Instance_Etor_V2b	44
17	1oo1S_V2	14		Instance_1oo1S_V2	Instance_1oo1S_V2	14
18	2oo2S_V2	8		Instance_2oo2S_V2	Instance_2oo2S_V2	-
19	2oo3S_V2	25		Instance_2oo3S_V2	Instance_2oo3S_V2	25
20	TOF	13		Instance_TOF	Instance_TOF	-
21	Anim_1oo1	19		Instance_Anim_1oo1	Instance_Anim_1oo1	-
22						
23						
24						
25						
26						
27						

Figure 20 : Liste du nombre d'instance réaliser du programme B27

6 Récupération et Mise en Forme des Rapports de Test

La dernière étape du projet a impliqué la récupération et la mise en forme des rapports de test, cruciaux pour documenter et valider les résultats obtenus.

6.1 Récupération des Rapports

Les résultats des tests ont été extraits du logiciel de test et récupérés pour une analyse approfondie. Cette étape comprenait :

- **Extraction des données** : Collecte des informations détaillées sur chaque scénario de test, incluant les temps d'exécution, les statuts de réussite ou d'échec, ainsi que les éventuelles erreurs rencontrées.
- **Compilation des résultats** : Organisation des données récupérées dans un format structuré pour faciliter l'analyse et l'interprétation des résultats.

6.2 Documentation des Résultats

Les rapports finaux ont été soigneusement documentés et archivés, fournissant une trace détaillée des tests réalisés et des performances des blocs testés :

- **Archivage des résultats** : Stockage des rapports de test dans une base de données accessible pour des audits futurs ou des analyses approfondies.
- **Traçabilité** : Assurance d'une traçabilité complète des tests effectués, garantissant que chaque étape du processus est documentée et vérifiable.

Grâce à ces étapes, le projet a permis de passer des tests papier fastidieux à une procédure automatisée et numérique, augmentant ainsi l'efficacité et la précision des tests des automates de sécurité chez Naphtachimie.

Limitation

Il est à noter que la récupération des rapports en format Word n'a pas pu être entièrement finalisée en raison de contraintes de temps. Cependant, les résultats des tests ont été sauvegardés dans un format Excel avec un tableau de bord, indiquant tous les résultats des blocs à effectuer. Cette approche assure néanmoins une documentation exhaustive et accessible des performances des automates testés.(voir figure 21)



1	Nom Test	Individual Force Switch Set	Number of Active Force Users	CRC	AddOn CRC	Start Time	Execution Comment	Execution Time	Execution Status	AddOn CRC	Remarque	ENV	Nom du bloc	Action
2	Résultat_Test_Voteur_1oo1D_V2b	Yes	1	Offline	Offline	24.05.2024 11:43:24.898	0	T86m02496ms	Execution successfully completed.	0	Tempo 2h max		ler défaut (x30)	Pas de Scénario
3	Résultat_Test_Voteur_1oo1D_V2b	No	1	Offline	Offline	24.05.2024 11:43:21.183	0	T86m01549ms	Execution successfully completed.	0	Tempo 2h max		AIN_REAL	Pas de Scénario
4	Résultat_Test_Voteur_1oo1S_V2	No	1	Offline	Offline	24.05.2024 11:54:23.459	0	T92z877ms	Execution successfully completed.	0	OK		AIN_UHNT	Pas de Scénario
5	Résultat_Test_Voteur_1oo1S_V2	No	1	Offline	Offline	05.06.2024 16:36:31.660	0	T81z383ms	Execution successfully completed.	0	OK		ALLIN	Pas de Scénario
6	Résultat_Test_Voteur_1oo2D_V2	No	1	Offline	Offline	24.05.2024 12:01:07.991	0	T84z308ms	Execution successfully completed.	0	OK		Anim_1oo1	Scénario effectué
7	Résultat_Test_Voteur_1oo2D_V2	No	1	Offline	Offline	06.06.2024 09:30:12.081	0	T89z349ms	Execution successfully completed.	0	OK		Anim_Noos_B	Scénario effectué
8	Résultat_Test_Voteur_1oo2D_V2b	No	1	Offline	Offline	23.05.2024 11:08:02.539	0	#1100m43420m	Execution successfully completed.	0	Tempo 2h max par Comb		Anim_Noos_H	Scénario effectué
9	Résultat_Test_Voteur_1oo2D_V2	Yes	1	Offline	Offline	06.06.2024 09:34:02.081	0	T89z349ms	Execution successfully completed.	0	OK		Anim_Noos2_H_B	Pas de Scénario (pour le moment)
10	Résultat_Test_Voteur_1oo2S_V2	No	1	Offline	Offline	24.05.2024 12:03:55.854	0	T847z115ms	Execution successfully completed.	0			Anim_Noos3_B	Pas de Scénario (pour le moment)
11	Résultat_Test_Voteur_1oo2S_V2	Yes	1	Offline	Offline	06.06.2024 17:36:59.696	0	T87z526ms	Execution successfully completed.	0			Anim_Noos3_H	Scénario effectué
12	Résultat_Test_Voteur_1oo3S_V2	No	1	Offline	Offline	24.05.2024 11:15:31.148	0	T89m41519ms	Execution successfully completed.	0			Anim_Noos3_H_B	Pas de Scénario (pour le moment)
13	Résultat_Test_Voteur_1oo3S_V2	Yes	1	Offline	Offline	05.06.2024 17:36:51.723	0	T84m0z391ms	Execution successfully completed.	0			B_to_W	Pas de Scénario
14	Résultat_Test_EANA_S	Yes	1	Offline	Offline	24.05.2024 17:09:30.454	0	T87z442ms	Execution successfully completed.	0			Blind	Pas de Scénario
15	Résultat_Test_EANA_S	Yes	1	Offline	Offline	06.06.2024 16:43:54.64	0	T8z346ms	Execution successfully completed.	0			BLOC_BYPASS	Pas de Scénario
16	Résultat_Test_Etor_V2b	No	1	Offline	Offline	06.06.2024 10:18:04.937	0	T8z630ms	Execution successfully completed.	0			CMD	Pas de Scénario
17	Résultat_Test_Etor_V2b	Yes	1	Offline	Offline	06.06.2024 09:52:18.477	0	T8z238ms	Execution successfully completed.	0			Comp_Time_A	Pas de Scénario
18	Résultat_Test_INVALID	No	1	Offline	Offline	06.06.2024 10:23:48.247	0	T8z249ms	Execution successfully completed.	0			Comp_Time_S	Pas de Scénario
19	Résultat_Test_INVALID	No	1	Offline	Offline	06.06.2024 10:18:59.971	0	T8z630ms	Execution successfully completed.	0			Disc_MSecur	Pas de Scénario
20	Résultat_Test_SH	Yes	1	Offline	Offline	27.05.2024 15:56:31.966	0	T84z656ms	Execution successfully completed.	0			Disc_S	Pas de Scénario
21	Résultat_Test_SH	Yes	1	Offline	Offline	08.06.2024 09:07:08.105	0	T8z2z32ms	Execution successfully completed.	0			EANA_GUAD_S	Scénario effectué
22	Résultat_Test_SH	Yes	1	Offline	Offline	27.05.2024 16:19:38.812	0	T84z652ms	Execution successfully completed.	0			EANA_S	Scénario effectué
23	Résultat_Test_SL	Yes	1	Offline	Offline	06.06.2024 09:59:26.637	0	T8z2157ms	Execution successfully completed.	0			EC_1oo1	Pas de Scénario (pour le moment)
24	Résultat_Test_SL	Yes	1	Offline	Offline	28.05.2024 09:16:07.519	0	T8z230ms	Execution successfully completed.	0			EC_1oo3	Pas de Scénario (pour le moment)
25	Résultat_Test_Anim_1oo1	Yes	1	Offline	Offline	08.06.2024 10:01:05.941	0	T81z380ms	Execution successfully completed.	0			Etor	Pas de Scénario (Action version)
26	Résultat_Test_Anim_1oo1	Yes	1	Offline	Offline	29.05.2024 09:34:54.948	0	T81z383ms	Execution successfully completed.	0			Etor_V2b	Scénario effectué
27	Résultat_Test_Anim_Noos_B	No	1	Offline	Offline	29.05.2024 09:34:54.948	0	T81z383ms	Execution successfully completed.	0			First_IN	Pas de Scénario
28	Résultat_Test_Anim_Noos_B	Yes	1	Offline	Offline	06.06.2024 10:02:13.234	0	T8z2018ms	Execution successfully completed.	0			GESTION_CMD	Pas de Scénario
29	Résultat_Test_Anim_Noos_H	Yes	1	Offline	Offline	29.05.2024 14:32:03.276	0	T81z519ms	Execution successfully completed.	0			INIT_BYPASS	Pas de Scénario
30	Résultat_Test_Anim_Noos_H	Yes	1	Offline	Offline	06.06.2024 10:02:56.337	0	T81m0z132ms	Execution successfully completed.	0			INIT_BYPASS_V2	Pas de Scénario
31	Résultat_Test_Anim_Noos_H	No	1	Offline	Offline	06.06.2024 16:06:56.736	0	T81m0z132ms	Execution successfully completed.	0			INVALID	Pas de Scénario (Action version)
32	Résultat_Test_Anim_Noos_H	Yes	1	Offline	Offline	06.06.2024 10:07:22.350	0	T8z125ms	Execution successfully completed.	0			INVALID_V2	Scénario effectué
33													Niveau_delta_pression	Pas de Scénario
34													Niveau_delta_pression_V2	Pas de Scénario
35													NumBits	Pas de Scénario
36													Prog_var_system	Pas de Scénario
37													RAZ_BYPASS	Pas de Scénario
38													REARM	Pas de Scénario
39													Registre_30	Pas de Scénario
40													SECU	Pas de Scénario
41													Secu_Globale	Pas de Scénario
42													SI	Scénario effectué
43													SI	Scénario effectué
44													SL	Scénario effectué
45													Tempo	Pas de Scénario
46													voteur_1oo3D_V2	Pas de Scénario
47													voteur_1oo3D_V2b	Scénario effectué

Figure 21 : Tableau de bord des résultats

7 Projet ROADMAP 2025 : Déploiement et Perspectives

Le projet de modélisation numérique des tests des automates chez Naphtachimie s'inscrit pleinement dans la roadmap 2025 de l'entreprise, visant à remplacer les systèmes d'automates de sécurité obsolètes (APS). Cette initiative stratégique vise à moderniser et à garantir la fiabilité des systèmes critiques de l'entreprise.

7.1 Déploiement Prévu en 2025

Le logiciel SilWorkX, évalué et validé durant ce stage, jouera un rôle clé dans le projet ROADMAP 2025. Son utilisation permettra de vérifier tous les blocs de la bibliothèque de Naphtachimie, simplifiant ainsi le processus de validation par rapport aux méthodes manuelles actuelles.

7.2 Automatisation des Tests

En intégrant ce programme de test automatisé dans le projet ROADMAP, chaque nouveau bloc ajouté à la bibliothèque pourra être facilement vérifié en important les données de la base de données et du bloc concerné. Cette approche automatisée représente un gain significatif en efficacité par rapport aux méthodes traditionnelles de vérification manuelle.

7.3 Impact et Perspectives

Le développement de ce programme de test, réalisé en collaboration avec mon responsable de stage, marque une avancée majeure pour Naphtachimie. Il illustre notre engagement à relever les défis technologiques tout en assurant la sécurité et la performance des systèmes critiques de l'entreprise. Ce projet prépare également le terrain pour de futures innovations et améliorations dans le domaine de la sécurité industrielle.



8 Conclusion

Au cours de ce stage, j'ai eu l'opportunité d'évaluer le logiciel de modélisation numérique des tests des programmes d'automates, ce qui constitue un tournant majeur pour la vérification des feuilles de recette qui seront programmées. Cela a permis de réduire considérablement le temps et les efforts nécessaires pour tester les programmes des automates de sécurité, tout en assurant une validation plus précise et fiable des automates, réduisant ainsi les erreurs potentielles et augmentant la sécurité des opérations.

Cette expérience enrichissante m'a permis d'apprendre à gérer des projets de grande envergure, à travailler efficacement en équipe et à développer une méthodologie rigoureuse pour résoudre les problèmes techniques. J'ai acquis des enseignements essentiels sur la rigueur et les méthodes de travail dans le milieu industriel et professionnel.

Ce stage, qui est ma première opportunité professionnelle, m'a apporté une précieuse expérience tant sur le plan professionnel que personnel. Bien que ce stage ne soit pas directement dans le domaine de la cybersécurité, il m'a permis de découvrir le monde de l'industrie et l'importance de la cybersécurité dans ce milieu. Ainsi, ces 10 semaines de stage ont confirmé mon projet professionnel de poursuivre une carrière dans le domaine de la cybersécurité.





9 Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué au succès de ce stage et à l'élaboration de ce rapport.

Tout d'abord, je remercie chaleureusement M.PERONA, mon tuteur de stage chez Naphtachimie, pour son encadrement, ses conseils avisés et son aide constante tout au long de cette expérience. Son approche pédagogique et sa passion pour son métier ont été une source d'inspiration. Grâce à lui, j'ai pu adopter des méthodes de travail efficaces et rigoureuses. Je le remercie sincèrement pour son accompagnement et sa disponibilité tout au long du stage.

Je tiens également à remercier Mme HOUSSAIN, ma responsable de stage académique, pour ses précieuses recommandations, son suivi attentif et ses retours constructifs qui sont d'une grande valeur pour moi.

Un grand merci à l'équipe de maintenance de Naphtachimie, pour leur accueil chaleureux, leur collaboration et leur disponibilité. Travailler à leurs côtés m'a permis d'enrichir considérablement mes compétences professionnelles et personnelles.

Enfin, je remercie mes proches pour leur soutien moral et leurs encouragements tout au long de cette période.

Ce stage a été une expérience extrêmement enrichissante et je suis reconnaissant d'avoir eu l'opportunité de le réaliser dans de si bonnes conditions.





10 Glossaire

Automates, Dispositif reproduisant en autonomie une séquence d'actions prédéterminées sans intervention humaine

API, Automates de Programmation Industrielle

APS, Automates de Programmation de Sécurité

Bloc Utilisateur, Un bloc spécifique développé par Naphtachimie, comme les blocs d'entrée TOR (Tout Ou Rien) et les blocs voteurs. Ces blocs sont conçus pour répondre à des besoins particuliers de l'entreprise.

Bloc constructeur : Un bloc fourni par le développeur du logiciel d'automate, SilWorkX, comme les blocs ET, OU, et ADDITION. Ils constituent des fonctions de base utilisées dans les programmes automates.

POO (Programmation Orientée Objet) : Un paradigme de programmation qui utilise des objets pour représenter des concepts ou des entités du monde réel. Chaque objet peut contenir des données et des méthodes pour manipuler ces données, facilitant la structuration et la gestion du code.

SilWorkX : Un logiciel de programmation de HIMA (constructeur) pour automates, utilisé pour créer, tester, et déployer des programmes sur les automates industriels.

Table de vérité : Un tableau qui décrit les sorties d'un système logique pour chaque combinaison possible des entrées. Utilisé pour définir et vérifier les comportements attendus des programmes automates.

VBA (Visual Basic for Applications) : Un langage de programmation pour l'automatisation des tâches dans Microsoft Office, utilisé ici pour générer automatiquement des scénarios de test dans Excel et les mettre en forme dans Word.

BDD (Base de Données) : Un ensemble structuré de données, ici utilisé pour stocker les paramètres d'entrée/sortie des blocs d'automates, facilitant leur importation dans SilWorkX pour les tests.

SST (Smart Safety Test) : Un outil ou une fonction dans SilWorkX permettant de tester les programmes automates de manière intelligente et sécurisée, en validant les comportements attendus selon les scénarios définis.

Programme B27, c'est le programme d'un four que l'on peut retrouver sur le site dans les unités tel que le vapocraqueur ou le butadiène.



11 Bibliographie

M.PERONA. (Juillet 01, 2011). *K13A standard programmation (guide de réalisation et d'exploitation des systèmes programmes de sécurité)* .

