

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Projet de Fin d'Étude

présenté par

ZEMOURI ANOUAR

Pour l'obtention du diplôme de master en Électronique option signaux en ingénierie des systèmes et informatique industrielle

MISE EN ŒUVRE D'UN PROJET D'AUTOMATISME APPLICATION : TUNNEL ROUTIER

Proposé par : Bennila Nouredine/boudiba tewfik

Année Universitaire 2015-2016

Remerciements

Qu'il me soit d'abord permis de remercier Mr BOUDIBA TEWFIK, mon encadreur, qui a supervisé, avec clairvoyance et rigueur, la préparation de ce mémoire de fin d'études, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je tiens à remercier mon promoteur et mon enseignant Mr BENNILA NOUREDINE, pour ses précieux conseils et son assistance pendant toute la période du travail.

Mes vifs remerciements s'étendent également avec un très grand respect à Schneider Electric pour toute l'aide qu'elle m'a apporté pour la réalisation de mon projet.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils porteront à ce modeste travail en acceptant de l'examiner.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicace

je dédie ce travail à

Mes très chers parents qui m'ont légué la verve de la connaissance et à qui je dois toute ma reconnaissance,

mes chers frères et sœurs, en particulier, Djamel, Fethia, Mohamed, Yousri.

Ainsi qu'à tous ceux qui m'ont encouragé d'une façon ou d'une autre.

ملخص:

، هذه الأطروحة ستعمل على توضيح طريقة التعامل مع هذا عورشمل ٠١ سيد تمحور هذا العمل حول أربعة فصول تبرز سير عملية تنفيذ برنامج إدارة تهوية نفق الأخضارية على هذا الأساس ستخدمنا برنامج - يون تي رو- المسلم من مجموعة شذندر إلكترك

كلمات المفاتيح:

Résumé : notre travail a pour but la mise en œuvre d'un programme de gestion et de commandes des accélérateurs répartis à l'intérieur du tunnel et asservis à quatre types essentiel de capteurs (capteur NO/CO pour mesurer la concentration de ces gaz toxiques, un anémomètre pour la mesure de la vitesse et direction du vent à l'intérieur de l'ouvrage, un opacimètre pour le calcul de la visibilité), ceci afin de maintenir une bonne qualité d'air à l'intérieur du tunnel, ou bien extraire les fumées en cas d'incendie, car elles représentent un danger de morts pour les usagers.

Mots clés : programme; ventilation; capteur NO/CO

Abstract : this memory will try to introduce a manner of working, therefore it will lead us to handle the construction of this project from its beginning until the implementation of ventilation's program which is based on the management of different type's sensors(CO/NO sensors which measures the concentration of the toxic gases, anemometer for air velocity) .therefore to maintain a good air quality inside the tunnel, or rescue the tunnel's user from the toxic smokes if there is a fire inside.

Keywords: program, ventilation, sensors CO/NO

Listes des acronymes et abréviations

CDC : cahier des charges

CCTP : cahier des clauses techniques particulières

CCAG : cahier des clauses administratives générales

IHM : interface homme machine

API : automate programmable industrielle

Plc : programmable logic controller

i/o : input/output

E/S : entrée/sortie

TOR : tout ou rien

KA : contact auxiliaire

KM : contacteur motorisé

KT : contacteur temporisé

CO : monoxyde de carbon

NO : monoxyde d'azote

OP : opacimètre

AN : anémomètre

PM : point métrique

ACC : accélérateurs

GTC : gestion technique centralisée

DI : détection d'incendie

DAI : détection automatique d'incidents

NSN : niche de sécurité nord

NSS : niche de sécurité sud

VL : voie lente

VM : voie moyenne

VR : voie rapide

TGBT : tableau générale basse tension

PL : poids lourd

TJM : taux journalier moyen

ST : littéral structuré

S1: seuil 1

S2: seuil 2

S3: seuil 3

S4: seuil 4

S5: seuil5

PPM : pourcent par millions

m : mètre.

Table des matières

Chapitre1 Définitions des prérequis.....1

1.1 INTRODUCTION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.2 DEFINITION DES PRES REQUIS _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.2.1 DEFINITION DU CAHIER DES CHARGES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.2.2 RELATION DU CAHIER DES CHARGES AVEC LA QUALITE DU PROJET _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.2.3 C.C.A.G: (CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES GENERALES) _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.2.4 C.C.T.P (CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES) _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.3 DEFINITION DE L'ARCHITECTURE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.3.1 PASSAGE DE LA LOGIQUE CABLEE A LA LOGIQUE PROGRAMMEE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.3.2 LES SYSTEMES AUTOMATISES DE PRODUCTION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.4 LISTE D'ENTREES/SORTIES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.4.1 NATURE DES INFORMATIONS TRAITES PAR L'AUTOMATE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.5 SCHEMAS MULTIFILAIRES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.5.1 DEFINITION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.5.2 LES SYMBOLES ELECTRIQUES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.5.3 REPERAGE DES CONDUCTEURS _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.5.4 REPERAGE DES CONTACTS _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.5.5 LECTURE D'UN SCHEMA ELECTRIQUE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.6 L'ANALYSE FONCTIONNELLE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.6.1 INTERET ET BUT DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1.6.2 PRES REQUIS A L'EDITION DE(S) L'ANALYSE(S) FONCTIONNELLE(S) _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Chapitre 2 Généralités sur les tunnels.....16

2.1 DEFINITION D'UN TUNNEL _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.2 CARACTERISTIQUES D'UN TUNNEL ROUTIER _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.3 NECESSITE DE SECURISER UN TUNNEL ROUTIER ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.4 METIER DE LA VENTILATION ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.4.1 LA VENTILATION SANITAIRE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.4.2 LA VENTILATION LONGITUDINALE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.4.3 LA VENTILATION TRANSVERSALE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.4.4 LE DESENFUMAGE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.4.5 STRATEGIE LONGITUDINALE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.4.6 STRATEGIE TRANSVERSALE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.4.7 RELATION DIMENSIONNEMENT ET CARACTERISTIQUES DU TUNNEL ROUTIER ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.5 CRITERE DE DIMENSIONNEMENT DE LA VENTILATION EN CAS D'INCIDENTS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.5.1 DEMARCHE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.5.2 PRINCIPAUX GENRES DE TRAFIC ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.5.3 DETERMINATION DU GROUPE PRINCIPAL DE SYSTEME DE VENTILATION ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.5.4 CHAMPS D'APPLICATION DES GROUPES PRINCIPAUX DE SYSTEMES DE VENTILATION ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.5.5 AUTRES PARAMETRES DETERMINANTS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A TRAFIC GLOBAL ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B TRAFIC DES POIDS LOURDS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

C DECLIVITE DANS LE TUNNEL ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6 EXEMPLE D'APPLICATION DES TUNNELS ROUTIERS DE LAKHDARIA ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6.1 DESCRIPTION DES OUVRAGES ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6.2 CLASSEMENT AU REGARD DE L'IT 2000 ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6.3 INDICATEURS DE POLLUTION ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6.4 RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A REPARTITION / IMPLANTATION DES ACCELERATEURS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B CARACTERISTIQUES DES ACCELERATEURS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6.5 EQUIPEMENTS DE CONTROLE DE L'ATMOSPHERE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A GENERALITES ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B REPARTITION DES EQUIPEMENTS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6.6 DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A ANALYSEURS CO ET NO ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B OPACIMETRES ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

C ANEMOMETRES ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6.7 POSITION EN TUNNEL ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

2.6.8 ALIMENTATION ET CONTROLE COMMANDE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Chapitre 3 Mise en œuvre d'une solution de ventilation pour tunnel- cas pratique tunnel T1 de LAKHDARIA-

3.1 PRESENTATION DE L'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.2 PRESENTATION DE L'ARCHITECTURE AUTOMATE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.3 PRESENTATION DU SCHEMA DE PUISSANCE ET DE COMMANDE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.4 PRESENTATION DES EQUIPEMENTS RETENUS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.4.1 NOCOSTOP V2 ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.4.2 OPACIMETRE (VISIC 610) ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.4.3 ANEMOMETRE (VM4000) ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.4.4 VENTILATEUR ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.4.5 DEMARREUR ATS 48 ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.5 EDITION DE LA LISTE D'ENTREE/SORTIE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.5.1 LISTE D'ENTREE/SORTIE PAR EQUIPEMENT ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.5.2 LISTE D'ENTREE/SORTIE PAR EMPLACEMENT ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.6 CONFIGURATION MATERIELLE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.6.1 TGBT NORD, TGBT SUD ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.6.2 NSN101, NSS101 ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.6.3 NSN102, NSS102 ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.6.4 NSN103, NSS103 ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.6.5 NSN104, NSS104 ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.7 ANALYSE FONCTIONNELLE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.7.1 RECENSEMENT DES EQUIPEMENTS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.7.2 MODE DE FONCTIONNEMENT DES ACCELERATEURS ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A MODE LOCAL ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B MODE DISTANT ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

C COMMANDABILITE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

D DISPONIBILITE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.7.3 MODE AUTOMATIQUE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.7.4 VENTILATION HYGIENIQUE MONODIRECTIONNELLE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.7.5 VENTILATION HYGIENIQUE BIDIRECTIONNELLE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.7.6 VENTILATION DE DESENFUMAGE MONODIRECTIONNELLE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.7.7 VENTILATION DE DESENFUMAGE BIDIRECTIONNELLE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.8 GESTION DES CAPTEURS (NO, CO, OPACIMETRE) _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.8.1 ECRAN PARAMETRAGE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.8.2 DEFAUT CAPTEUR NO, CO, ET OP _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

3.8.3 DEFAUT ANEMOMETRE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

Chapitre 4 Mise en œuvre du programme.....88

4.1 INTRODUCTION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.2 STRUCTURE DU METIER VENTILATION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.2.1 DESCRIPTION DE LA VUE GENERALE _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.2.2 ROLE DES BLOCS _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A BLOC « ANEMOMETRE » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B BLOC « ACTIVATION ANEMOMETRE » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

C BLOC «DEF 5 SEUILS » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

D BLOC « CAPTEUR NO/CO/OP » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

E BLOC « ACTIVATION 5 SEUILS » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

F BLOC « LOGIQUE DE CONTROL DES ACCELERATEURS » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

G BLOC « ACCELERATEUR » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.3 DEVELOPPEMENT DES CAPTEURS _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.3.1 BLOC « CAPTEUR (NO, CO, OP) » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A ENTREES PHYSIQUES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B ENTREES LOGIQUES API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

C PARAMETRES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

D SORTIES LOGIQUES API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

E ENTRÉES SUPERVISIONS _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

F SORTIES SUPERVISION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

G FONCTION A PROGRAMMER _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.3.2 BLOC « DEF 5 SEUIL » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A ENTREES SUPERVISIONS _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B PARAMETRES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

C SORTIES LOGIQUES API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

D FONCTION A PROGRAMMER _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.3.3 BLOC « ACTIVATION 5 SEUILS » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A ENTREES LOGIQUES API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

B SORTIES LOGIQUE API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

C SORTIES SUPERVISION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

D FONCTION A PROGRAMMER _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

A ENTREES PHYSIQUES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

- B ENTREES LOGIQUES API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- C ENTREE SUPERVISION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- D SORTIES LOGIQUES API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- E SORTIES SUPERVISION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- F FONCTION A PROGRAMMER _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.3.5 BLOC « ACTIVATION ANEMOMETRE » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

- A ENTREES LOGIQUES API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- B ENTREES SUPERVISION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- C SORTIES LOGIQUES API _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- D SORTIES SUPERVISION _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- E FONCTION A PROGRAMMER _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.4 IMPLEMENTATION DES FONCTIONS EN PROGRAMME _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.4.1 OBJET « DEF 5 SEUILS » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

- A INITIALISATION DES VALEURS DE SEUIL _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- B VERIFICATION DE LA COHERENCE DES SEUILS _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- C VERIFICATION DU TEMPS DE LA MOYENNE GLISSANTE QUI NE DEPASSE PAS 10 MIN POUR LE CAPTEUR CO_ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.4.2 OBJET « ACTIVATION 5 SEUIL » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

- A DEFINITION DU SEUIL DE POLLUTION ACTIF _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

4.4.3 OBJET « CAPTEUR » _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

- A MISE EN TAMPON ET PRELEVEMENT DE LA MESURE CHAQUE 10 SEC _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
- B CALCUL DE LA MOYENNE GLISSANTE SUR 5 MINUTES _____ ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

CONCLUSION GENERALE106

BIBLIOGRAPHIE.....107

Liste des figures

Figure 1.1 Algorithme d'évolution de la vie d'un projet en automatisme

Figure 1.2 Schématisation bloc d'un système automatisé

Figure 1.3 Exemple d'architecture de tunnel

Figure 1.4 Symboles de puissance

Figure 1.5 Symboles de commande

Figure 1.6 Exemple d'identification de conducteurs

Figure 1.7 Exemple de repérage des bornes d'un contact

Figure 1.8 Exemple de repérage des bornes d'un contact

Figure 2.1 ventilation longitudinale

Figure 1.2 ventilation transversale

Figure 2.3 stratégie longitudinale

Figure 2.4 stratégie transversale

Figure 2.5 Principaux genres de trafic selon la situation de la circulation en cas de sinistre.

Figure 2.6 détermination du groupe principal de systèmes de ventilation en fonction d'aspects relevant de la technique de sécurité ; valable pour les tunnels avec des déclivités jusqu'à 5 %.

Figure 3.1 plan d'implantation des équipements

Figure 3.2 Architecture GTC

Figure 3.3 Schéma multifilaire type de puissance pour un ventilateur

Figure 3.4. Schéma multifilaire pour la commande des contacteurs de ligne

Figure 3.5. Schéma multifilaire pour le report d'information

Figure 3.6. Schéma multifilaire pour le report d'information

Figure 3.7. Schéma multifilaire pour l'élaboration des commandes

Figure 3.8. Schéma multifilaire pour la gestion des défauts

Figure 3.9. Schéma multifilaire pour la signalisation en face avant

Figure 3.10 fiche techniques de l'opacimètre

Figure 3.11 fiche technique de l'anémomètre

Figure 3.12 fiche technique démarreur ATS48

Figure 3.13 fiche technique CPU PRA0100

Figure 3.14 Rack TGBT NORD / TGBT SUD

Figure 3.15 fiche technique module d'entrée DDI 6402K

Figure 3.16 fiche technique module DDO 3202K

Figure 3.17 rack NSN101, NSS101

Figure 3.18 fiche technique module AMI 0410

Figure 3.19 fiche technique module DDI 1602K

Figure 3.20 rack NSN103 ,NSS103

Figure 3.21 RACK NSN104, NSS104

Figure 3.22 algorithme de gestion de la ventilation hygiénique monodirectionnelle

Figure 3.23 algorithme de gestion de la ventilation hygiénique bidirectionnelle

Figure 3.24 algorithme de gestion de la ventilation désenfumage monodirectionnelle

Figure 3.25 seuils paramétrables pour les capteurs

Figure 3.26 vue d'écran de paramétrage ventilation

Figure 4.1 vue métier ventilation

liste des tableaux

Tableau 2.1 évaluation du paramètre « trafic globale »

Tableau 2.2 évaluation du paramètre « trafic globale »

Tableau 2.3 évaluation du paramètre déclivité ; valeurs négatives : descente ;valeurs positives : montée

Tableau 2.4 seuils d'indicateur de pollution

Tableau 2.6 répartition des batteries d'accélérateurs pour le tube nord T1

Tableau 2.8 répartition des batteries d'accélérateurs pour le tube nord T2

Tableau 2.9 répartition des batteries d'accélérateurs pour le tube sud T2

Tableau 2.10 répartition des sections de mesure dans T1

Tableau 2.11 répartition des sections de mesure dans T2

Tableau 3.1 liste d'E/S par équipement

Tableau 3.2 liste d'E/S NSN101

Tableau 3.3 liste d'E/S NSN102

Tableau 3.4 liste d'E/S NSN103

Tableau 3.5 liste d'E/S NSN 104

Tableau 1.6 liste d'E/S NSS101

Tableau 3.7 liste d'E/S NSS102

Tableau 3.8 liste d'E/S NSS 103

Tableau 3.9 liste d'E/S NSS 104

Tableau 3.10 LISTE D'E/S TGBT NORD

Tableau 3.11 LISTE D'E/S TGBT SUD

Tableau 4.1 entrées physiques du bloc « capteur NO/CO/OP »

Tableau 4.2 entrées logiques API pour bloc capteur « NO/CO/OP »

Tableau 4.3 paramètres pour bloc capteur « CO/NO/OP »

Tableau 4.4 sorties logiques API pour bloc « capteur NO/CO/OP »

Tableau 4.5 entrées supervision pour bloc « capteur NO/CO/OP »

Tableau 4.6 sorties supervision pour bloc « capteur NO/CO/OP »

Tableau 4.7 entrées supervision pour bloc « def 5 seuil »

Tableau 4.8 paramètres pour bloc « def 5 seuil »

Tableau 4.9 sorties logiques API pour bloc « def 5 seuil »

Tableau 4.10 entrée logiques API pour bloc « activation 5 seuil »

Tableau 4.11 sorties logiques API pour bloc « activation 5 seuil »

Tableau 4.12 sorties supervision pour bloc « activation 5 seuils »

Tableau 4.13 entrées physiques pour bloc « anémomètre »

Tableau 4.14 entrées logiques API pour bloc « anémomètre »

Tableau 4.15 entrées supervision pour bloc « anémomètre »

Tableau 4.16 sorties logiques API pour bloc « anémomètre »

Tableau 4.17 sorties supervision pour bloc « anémomètre »

Tableau 4.19 entrées logiques API pour bloc « activation anémomètre »

Tableau 4.20 entrées supervision pour bloc « activation anémomètre »

Tableau 4.21 sorties logiques API pour bloc « anémomètre »

Tableau 4.22 sorties supervision pour bloc « activation anémomètre »

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 DEFINITION DES PRES REQUIS.....1

1.1 INTRODUCTION 1

1.2 DEFINITION DES PRES REQUIS 4

- 1.2.1 DEFINITION DU CAHIER DES CHARGES : _____ 4
- 1.2.2 RELATION DU CAHIER DES CHARGES AVEC LA QUALITE DU PROJET : _____ 4
- 1.2.3 C.C.A.G: (CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES GENERALES) _____ 4
- 1.2.4 C.C.T.P (CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES) _____ 4

1.3 DEFINITION DE L'ARCHITECTURE 5

- 1.3.1 PASSAGE DE LA LOGIQUE CABLEE A LA LOGIQUE PROGRAMMEE _____ 5
- 1.3.2 LES SYSTEMES AUTOMATISES DE PRODUCTION _____ 5
- A STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE _____ 6

1.4 LISTE D'ENTREES/SORTIES 9

- 1.4.1 NATURE DES INFORMATIONS TRAITEES PAR L'AUTOMATE _____ 9

1.5 SCHEMAS MULTIFILAIRES 9

- 1.5.1 DEFINITION _____ 9
- 1.5.2 LES SYMBOLES ELECTRIQUES _____ 9
- 1.5.3 REPERAGE DES CONDUCTEURS _____ 12
- 1.5.4 REPERAGE DES CONTACTS _____ 12
- 1.5.5 LECTURE D'UN SCHEMA ELECTRIQUE _____ 13

1.6 L'ANALYSE FONCTIONNELLE 14

- 1.6.1 INTERET ET BUT DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE _____ 14
- 1.6.2 PRES REQUIS A L'EDITION DE(S) L'ANALYSE(S) FONCTIONNELLE(S) _____ 14

2.1 DEFINITION D'UN TUNNEL 15

- 2.3.1 RELATION DIMENSIONNEMENT ET CARACTERISTIQUES D'UN TUNNEL ROUTIER _____ 17

2.4 EXEMPLE D'APPLICATION DE TUNNEL ROUTIER T1 DE LAKHDARIA **17**

2.4.1	DESCRIPTION DE L'OUVRAGE (TUNNEL T1)	17
2.4.2	CLASSEMENT AU REGARD DE L'IT 2000	17
2.4.3	INDICATEURS DE POLLUTION	17
2.4.4	RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT	18
A	REPARTITION / IMPLANTATION DES ACCELERATEURS	18
B	CARACTERISTIQUES DES ACCELERATEURS	19
2.4.5	EQUIPEMENT DE CONTROL DE L'ATMOSPHERE	20
A	GENERALITES	20
B	REPARTITION DES EQUIPEMENTS	20
2.4.6	DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS	21
A	ANALYSEURS CO ET NO	21
B	OPACIMETRES	21
C	ANEMOMETRES	21
2.4.7	POSITIONNEMENT EN TUNNEL	21
2.4.8	ALIMENTATION ET CONTROLE COMMANDE	22

3.1 PRESENTATION DE L'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS **23**

3.2 PRESENTATION DE L'ARCHITECTURE AUTOMATE **25**

3.3 PRESENTATION DU SCHEMA DE PUISSANCE ET DE COMMANDE **27**

3.4 PRESENTATION DES EQUIPEMENTS RETENUS **37**

3.4.1	NOCOSTOP V2	37
3.4.2	OPACIMETRE (VISIC 610)	38
3.4.3	ANEMOMETRE (VM4000)	39
3.4.4	VENTILATEUR	40
3.4.5	DEMARREUR ATS 48	40

3.5 EDITION DE LA LISTE D'ENTREE/SORTIE **42**

3.5.1	LISTE D'ENTREE/SORTIE PAR EQUIPEMENT	42
3.5.2	LISTE D'ENTREE/SORTIE PAR EMPLACEMENT	43
A	NSN101	43
B	NSN102	44
C	NSN103	44
D	NSN104	45
E	NSS101	46
F	NSN102	47

G	NSS103	47
H	NSS104	48
I	TGBT NORD	49
J	TGBT SUD	56

3.6 CONFIGURATION MATERIELLE **63**

3.6.1	TGBT NORD, TGBT SUD	63
3.6.2	NSN101, NSS101	64
3.6.3	NSN102, NSS102	65
3.6.4	NSN103, NSS103	66
3.6.5	NSN104, NSS104	66

3.7 ANALYSE FONCTIONNELLE **67**

3.7.1	RECENSEMENT DES EQUIPEMENTS	67
3.7.2	MODE DE FONCTIONNEMENT DES ACCELERATEURS	67
A	MODE LOCAL	67
B	MODE DISTANT	67
C	COMMANDABILITE	68
D	DISPONIBILITE	68
3.7.3	MODE AUTOMATIQUE	68
3.7.4	VENTILATION HYGIENIQUE MONODIRECTIONNELLE	69
3.7.5	VENTILATION HYGIENIQUE BIDIRECTIONNELLE	71
3.7.6	VENTILATION DE DESENFUMAGE MONODIRECTIONNELLE	72
3.7.7	VENTILATION DE DESENFUMAGE BIDIRECTIONNELLE	73

3.8 GESTION DES CAPTEURS (NO, CO, OPACIMETRE) **74**

3.8.1	ECRAN PARAMETRAGE	74
3.8.2	DEFAUT CAPTEUR NO, CO, OP, ET ANEMOMETRE	75

4.1 INTRODUCTION **77**

4.2 STRUCTURE DU METIER VENTILATION **77**

4.2.1	DESCRIPTION DE LA VUE GENERALE	77
4.2.2	ROLE DES BLOCS	79
A	BLOC « ANEMOMETRE »	79
B	BLOC « ACTIVATION ANEMOMETRE »	79
C	BLOC « DEF 5 SEUILS »	79
D	BLOC « CAPTEUR NO/CO/OP »	79

E	BLOC « ACTIVATION 5 SEUILS »	80
F	BLOC « LOGIQUE DE CONTROL DES ACCELERATEURS »	80
G	BLOC « ACCELERATEUR »	80

4.3 DEVELOPPEMENT DES CAPTEURS 80

4.3.1 BLOC « CAPTEUR (NO, CO, OP) » 81

A	ENTREES PHYSIQUES	81
B	ENTREES LOGIQUES API	81
C	PARAMETRES	82
D	SORTIES LOGIQUES API	82
E	ENTRÉES SUPERVISIONS	82
F	SORTIES SUPERVISION	83
G	FONCTION A PROGRAMMER	83

4.3.2 BLOC « DEF 5 SEUIL » 83

A	ENTREES SUPERVISIONS	83
B	PARAMETRES	85
C	SORTIES LOGIQUES API	85
D	FONCTION A PROGRAMMER	86

4.3.3 BLOC « ACTIVATION 5 SEUILS » 86

A	ENTREES LOGIQUES API	86
B	SORTIES LOGIQUE API	88
C	SORTIES SUPERVISION	88
D	FONCTION A PROGRAMMER	88

A	ENTREES PHYSIQUES	89
B	ENTREES LOGIQUES API	89
C	ENTREE SUPERVISION	89
D	SORTIES LOGIQUES API	90
E	SORTIES SUPERVISION	90
F	FONCTION A PROGRAMMER	90

4.3.5 BLOC « ACTIVATION ANEMOMETRE » 90

A	ENTREES LOGIQUES API	90
B	ENTREES SUPERVISION	91
C	SORTIES LOGIQUES API	91
D	SORTIES SUPERVISION	91
E	FONCTION A PROGRAMMER	91

4.4 IMPLEMENTATION DES FONCTIONS EN PROGRAMME 92

4.4.1 OBJET « DEF 5 SEUILS » 92

A	INITIALISATION DES VALEURS DE SEUIL	92
B	VERIFICATION DE LA COHERENCE DES SEUILS	92
C	VERIFICATION DU TEMPS DE LA MOYENNE GLISSANTE QUI NE DEPASSE PAS 10 MIN POUR LE CAPTEUR CO	93

4.4.2 OBJET « ACTIVATION 5 SEUIL » 93

A	DEFINITION DU SEUIL DE POLLUTION ACTIF	93
4.4.3	OBJET « CAPTEUR »	94
A	MISE EN TAMPON ET PRELEVEMENT DE LA MESURE CHAQUE 10 SEC	94
B	CALCUL DE LA MOYENNE GLISSANTE SUR 5 MINUTES	94
	CONCLUSION GENERALE	95

Chapitre 1 Définition des Prérequis

1.1 Introduction

Un projet , c'est un processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin entreprises dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques tels que des contraintes de délais, de cou et de ressources.

Le projet en automatisme consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologiques, une fois le besoin définis il est nécessaire de prioriser les taches à automatiser, notamment de trier les taches en fonction de leur complexité.

Pour espérer réussir un projet dans les meilleurs conditions, il faut entretenir tous les accords fait entre le client et le fournisseur, ainsi que d'arriver à l'objectif fixé en réduisant le cout des procédures dans les délais le plus bref possible, hors que des facteurs peuvent rendre la tâche difficile, parmi ces derniers :

On peut avoir une présentation incohérente ou incomplète du besoin du client, le client connait l'objectif mais ignore comment y aboutir, parfois les systèmes peuvent être complexe, et peuvent nécessiter une équipe compétente et du personnel qualifié.

Un projet d'automatisme passe par différentes étapes dont l'organigramme suivant est une présentation du cycle d'évolution :

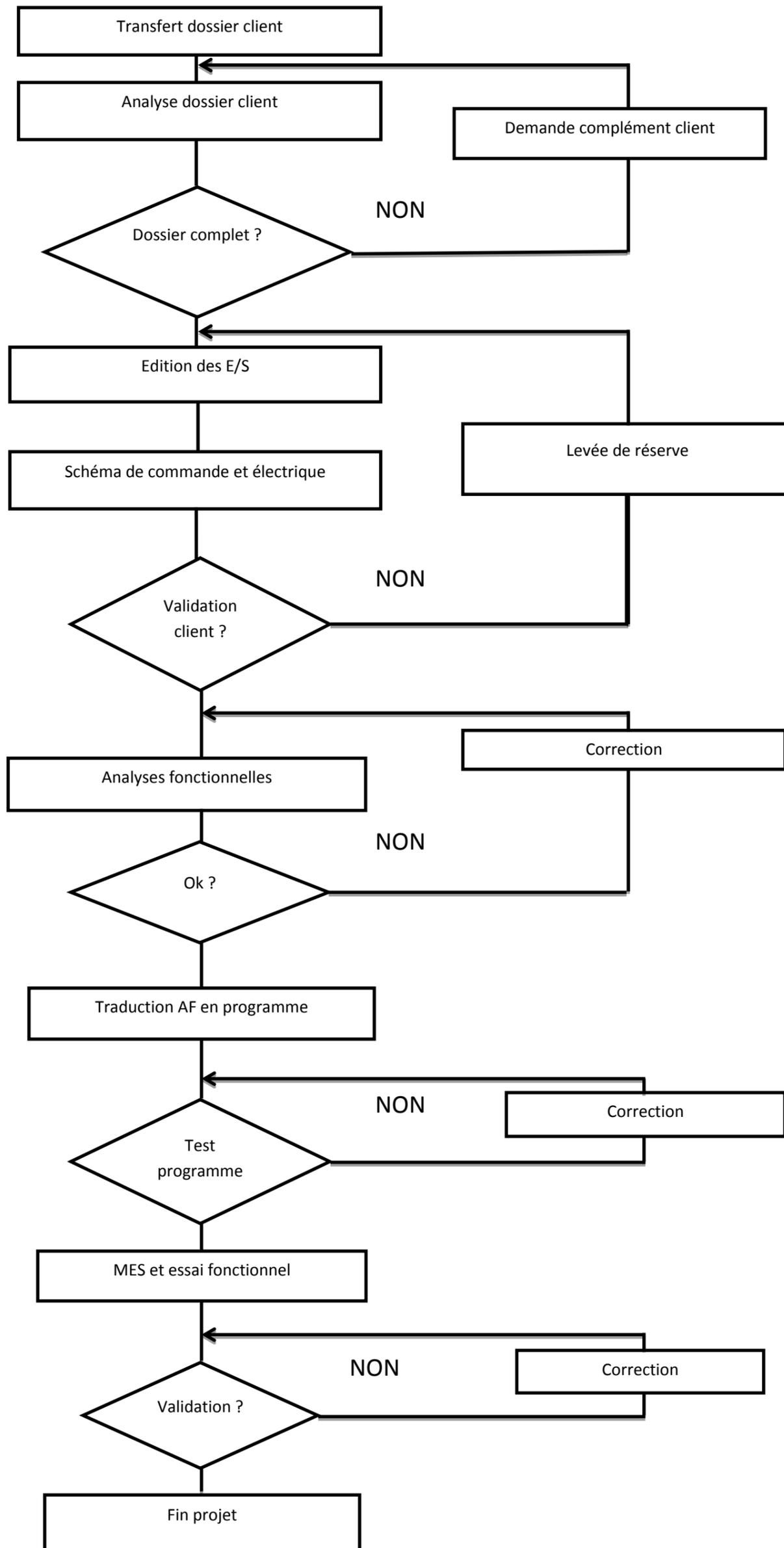


Figure1.1 algorithme d'évolution de la vie d'un projet en automatisme

En phase préliminaire, le transfert du dossier client passe par la fourniture du contrat incluant les différents documents techniques et administratifs permettant la réalisation du projet (CDC, CCTP, CCAG, document d'études, différents plan, schéma et notice de fonctionnement...etc.).

Une analyse du dossier sera faite afin de voir si tous les éléments sont mis à disposition afin de garantir la bonne conduite du projet , le client doit fournir au minimum, les documents d'études à savoir, les plans et schémas électriques , les notices de fonctionnement, fiches techniques ...Etc. ,si le projet et de type exécution.

Dans le cas d'un projet E.P.C (engineering procurment and construction), celui-ci passe par une étude de réalisation.

Ensuite on édite la liste d'E/S, ainsi que les schémas multifilaires et de commande.

Une fois l'édition des E/S et des schémas électriques établis, et en se basant sur les notices de fonctionnement, les fiches techniques et l'expertise du process, il est fait l'élaboration des analyses fonctionnelles, ces dernières deviennent, après validation la base de travail permettant l'écriture des différents programmes.

Après test et validation, la dernière phase est entamée et consiste en l'installation et la mise en service de la solution d'automatisme.

La mise en service consiste à vérifier l'exactitude du travail selon les desideratas du client et conformément aux différents documents validés, cela passe par des essais de fonctionnalités (bonne exécution programme).

Le projet se clôture par l'approbation de cette dernière phase.

1.2 Définition des prérequis

1.2.1 Définition du cahier des charges :

[Le Gimélec (Groupement des industries de matériel d'équipement électrique et de l'électronique industrielle associée) fait sienne la définition que donne l'Afnor (association française de normalisation) du cahier des charges :

« Document établi par le demandeur définissant les clauses techniques, les clauses de qualité et les clauses administratives applicables à la fourniture recherchée ; il sert de base à la proposition du fournisseur et pourra faire l'objet d'un contrat »... [1]

Le cahier des charges constitue le document de référence reprenant les conditions de qualité, financières, et administratives pour l'élaboration d'un marché à conclure entre le client (partie contractante) et le fournisseur (partie cocontractante).

1.2.2 Relation du cahier des charges avec la qualité du projet :

[La qualité est définie comme étant « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites »]...[1]

Or, le cahier des charges constitue l'expression des besoins du client, d'où la très forte relation entre le cahier des charges et la qualité du projet. L'expérience a montré que parmi les causes des échecs de projets d'automatisme, on retrouve la mauvaise qualité du cahier des charges.

Notons, au passage, que « l'implicite » de la définition de la qualité constitue une des difficultés de l'établissement d'un cahier des charges dans le contrat de transfert du dossier client, il est aussi nécessaire d'accompagner le CDC avec les différents documents techniques et administratifs œuvrant au bon déroulement et suivi du projet, on peut citer le C.C.A.G (cahier des clauses administratives générales), et le C.C.T.P (cahier des clauses techniques particulières).

1.2.3 C.C.A.G: (cahier des clauses administratives générales)

On entend par C.C.A.G., le Cahier des Clauses Administratives Générales. C'est un recueil de textes généraux, qui ont été approuvés par arrêté. Ils permettent de préciser et compléter le cahier des charges. On y retrouve généralement la définition des règles de l'art dans l'exécution de projet type.... [2]

La connaissance par les cocontractants (soumissionnaires retenus) du contenu du C.C.A.G est primordiale pour la passation et l'exécution des marchés.

1.2.4 C.C.T.P (cahier des clauses techniques particulières)

Le Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P) est un document contractuel qui permet de fixer les besoins techniques particuliers du projet qui ne seraient pas mentionnés dans le C.C.A.G.

Il est rédigé de la façon la plus claire possible, car c'est lui qui définira par la suite les spécifications techniques et fonctionnelles de la solution à mettre en œuvre dans le projet que cela soit en terme de fourniture d'équipements, de définition de performance ou de développement de logiciel.... [3]

1.3 Définition de l'architecture

1.3.1 Passage de la logique câblée à la logique programmée

L'évolution régulière des systèmes de production industrielle et l'arrivée de la domotique sont la conséquence directe du développement de l'automatisation. Pour fonctionner automatiquement, les moyens de production moderne font généralement appel à une logique programmée plutôt qu'à une logique câblée. Le passage à une logique programmée permet de simplifier les schémas car toute la logique câblée sera remplacée (comprise) dans le programme automate. La Logique câblée c'est l'utilisation de relais électromagnétiques (ex : contacteur auxiliaire) et de systèmes pneumatiques. Les appareils sont câblés entre eux et le fonctionnement dépend du câblage réalisé, tout changement de fonctionnement nécessite de modifier le câblage. La Logique programmée c'est l'utilisation de systèmes à base de microprocesseurs (cartes électroniques pour les applications grand public, automates programmables industriels pour les applications industrielles)

La logique programmée Présente l'avantage de limiter les inconvénients de la logique câblée :

Il y a moins de conducteurs et de connexions donc :

- Coût de câblage moins important.
 - Moins de risques de pannes électriques.
 - Moins d'entretien préventif.
 - Coût général de maintenance diminué.
 - Un changement de production peut se traduire que par la modification

du programme.

La logique programmée est obtenue par la mise en place d'un appareil capable d'interagir avec un équipement en recevant les informations sur le système, de traiter des données, de transmettre des ordres et enfin de dialoguer avec l'opérateur à partir d'un programme (IHM : Interface Homme Machine). Cet appareil s'appelle un Automate Programmable Industriel (API) ou Programmable Logic Controller (PLC en anglais).

1.3.2 Les systèmes automatisés de production

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.

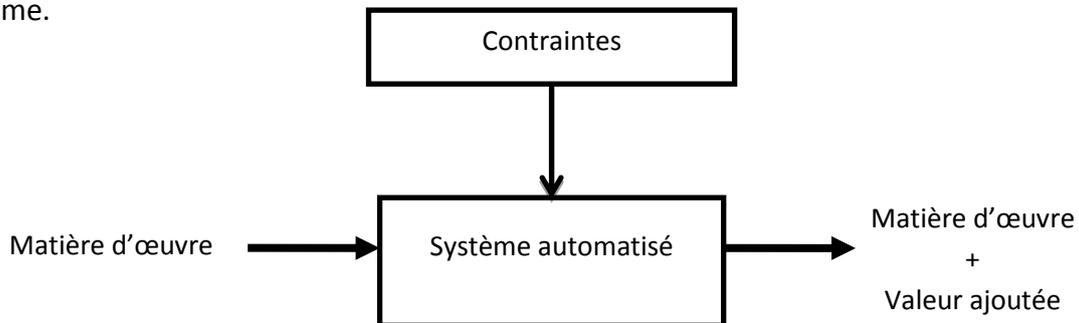


Figure 1.2 schématisation bloc d'un système automatisé

a Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé se décompose en : partie opérative, commande et relation

Partie opérative

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.

Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.

Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.

Partie commande

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative.

Les préactionneurs permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur ...etc.

Ces préactionneurs sont commandés à leur tour par le bloc traitement des informations.

Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs / détecteurs.

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un automate programmable ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée)), elle va commander les préactionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication.

Partie relation

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...).

Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM).

On parle aussi de niveaux d'architecture, généralement on retrouve :

- ✓ **Niveau 0** : C'est la couche terrain où l'on retrouve l'ensemble des capteurs et actionneurs,
- ✓ **Niveau 1** : C'est la couche d'acquisition où l'on retrouve les interfaces nécessaires pour récupérer les informations du niveau 0
- ✓ **Niveau 2** : C'est la couche automate où l'on retrouve l'élaboration des commandes et le traitement des informations du niveau 0
- ✓ **Niveau 3** : C'est la couche supervision où l'on retrouve l'interfaçage avec l'opérateur.

La figure ci-après représente une architecture complète pour la gestion automatisée d'un tunnel avec les différents niveaux déjà cités.

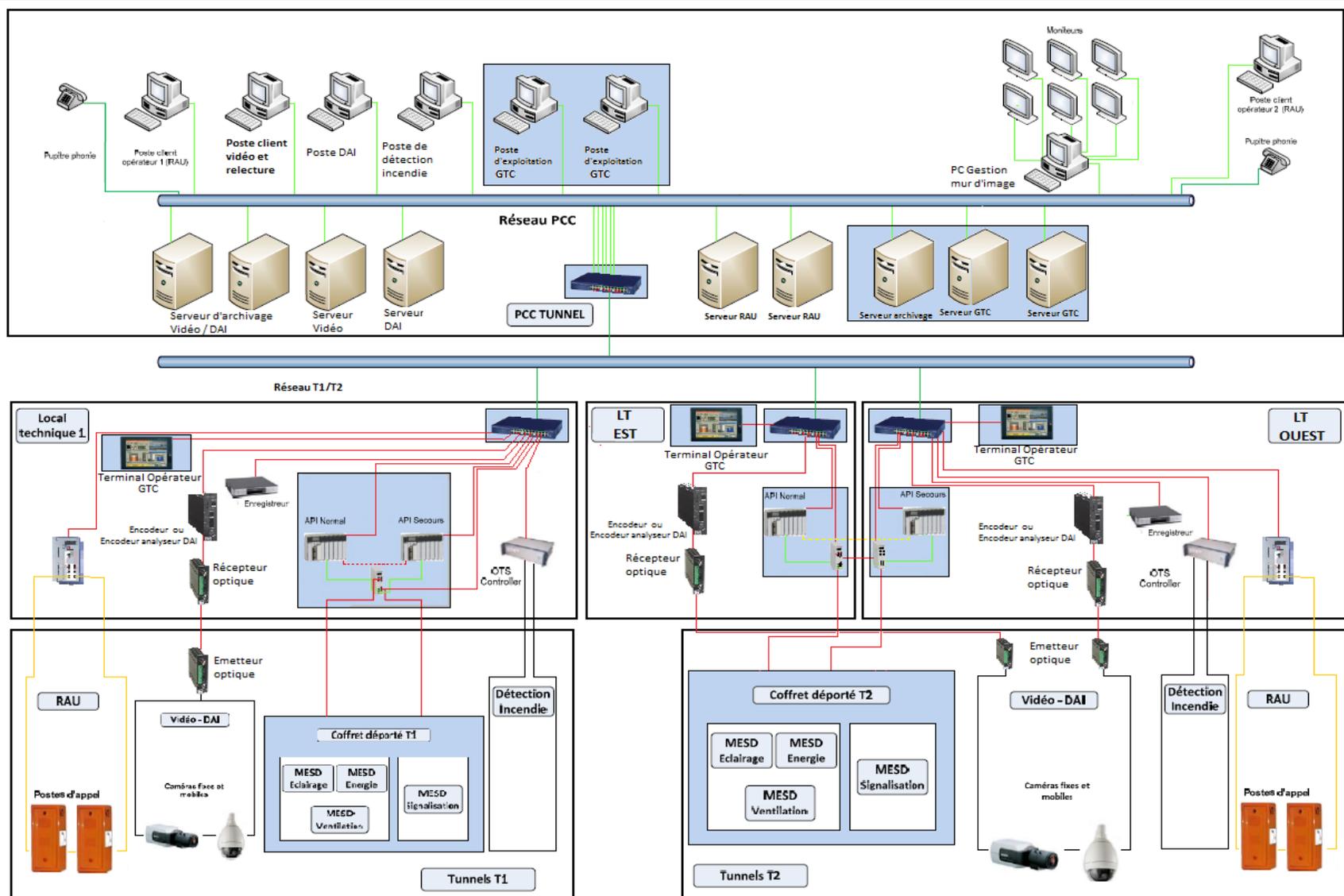


Figure 1.3 Exemple d'architecture de tunnel... [11]

1.4 Liste d'entrées/sorties

Dans un système à base d'un processeur, d'un microprocesseur, d'un microcontrôleur ou d'un automate, on appelle entrées-sorties les échanges d'informations entre le processeur et les périphériques qui lui sont associés. De la sorte, le système peut réagir à des modifications de son environnement, voire le contrôler. Elles sont parfois désignées par l'acronyme I/O, issu de l'anglais Input/Output ou encore E/S pour Entrées/Sorties.

Une E/S est caractérisé par son adresse physique sur l'automate, sa nature, sa signification vis-à-vis du process et son type (bit, mot, tableau ou trame).

1.4.1 Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type :

- Tout ou rien (T.O.R.) : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1,...).C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir, ...etc.
- Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...)
- Numérique : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

1.5 Schémas multifilaires

1.5.1 Définition

C'est une représentation graphique sous forme de schéma qui va nous permettre de voir comment sont branchés tous les conducteurs (phases, neutres, terres, etc. ...) sur les appareillages électriques. C'est le schéma de branchement ou de câblage de l'installation. Il permet aussi de visualiser les schémas de commande et de mettre en évidence l'interaction entre les actionneurs et les capteurs.

1.5.2 Les symboles électriques

La représentation graphique des symboles électrique est unique pour chaque éléments du circuit, on retrouve dans les figures 1.4 et 1.5 quelque symboles d'équipements de commande et de puissance :

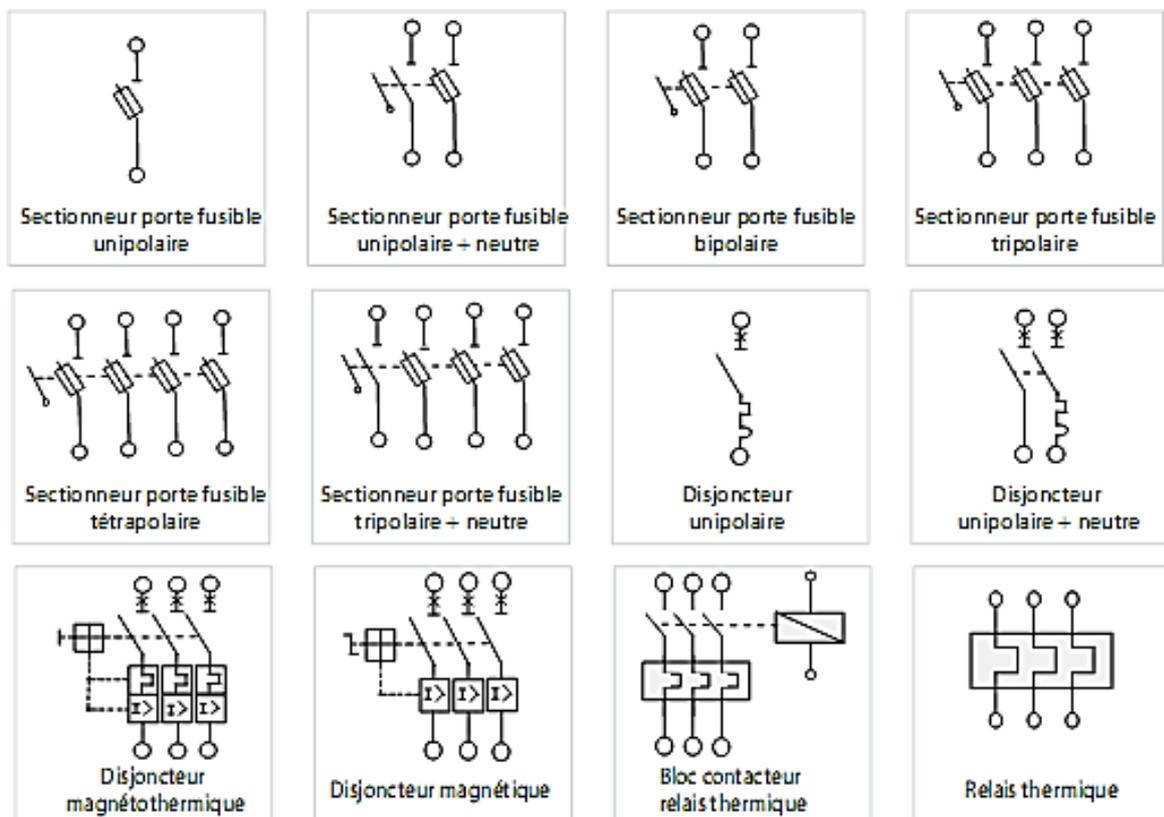


Figure 1.4 Symboles d'équipements de puissance... [4]

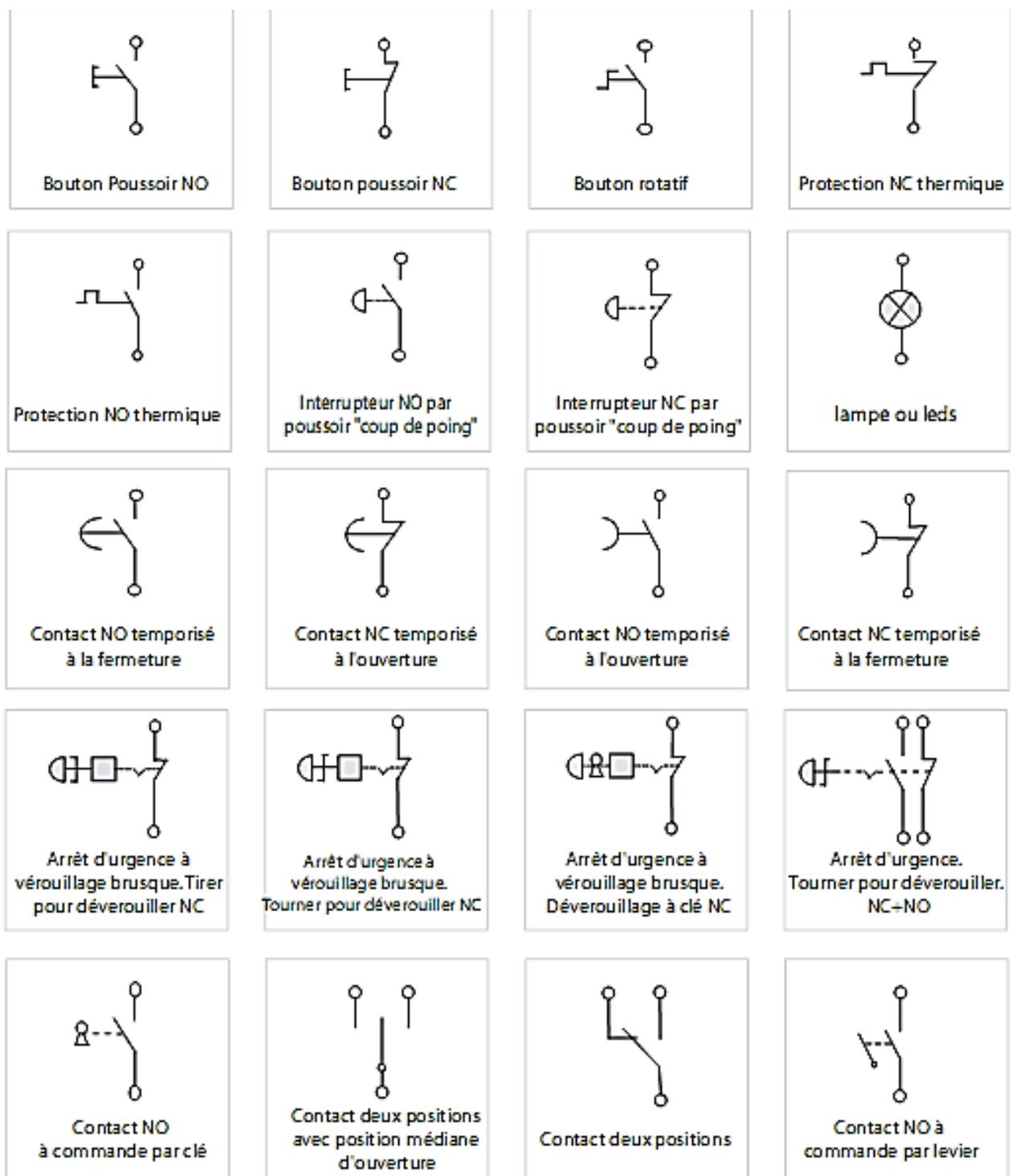


Figure1.5 Symboles d'équipements de commande...[4]

1.5.3 Repérage des conducteurs

Les fils conducteurs d'un schéma électrique sont tous numérotés, leur numérotation change lorsqu'ils sont raccordés à un élément qui a la capacité de laisser passer, ou bien couper un courant électrique (contacteur de puissance, relais auxiliaire... etc.)... [4]

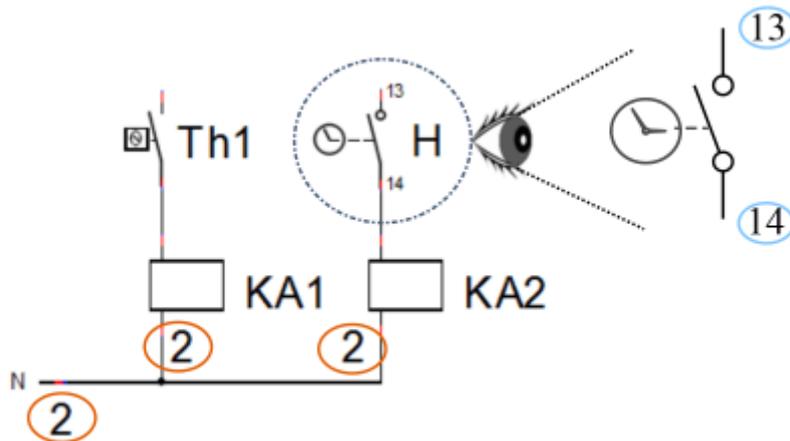


Figure 1.6 Exemple d'identification de conducteurs...[4]

1.5.4 Repérage des contacts

On recense deux types de contacts pour les contacteurs ou les contacts auxiliaires tripolaires ou tétrapolaires .

Pour ce qui du contact tripolaire, les contacts sont numérotés de 1 à 6, dont chacun a une fonction :

1 et 2 contact a ouverture

3 et 4 contact a fermeture

5 et 6 contact a ouverture temporisé

7 et 8 contact a fermeture temporisé

Un contact ouvert au repos lors de sa fermeture le circuit électrique est excité.

un contact fermé au repos s'ouvre lors de son excitation.

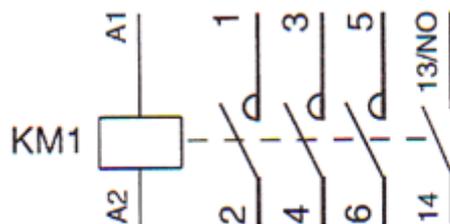


Figure 2.7 Exemple de repérage des bornes d'un contact...[4]

1.5.5 Lecture d'un schéma électrique

Nous allons introduire une notion de lecture d'un schéma électrique représenté ci-dessous par la figure 1.8

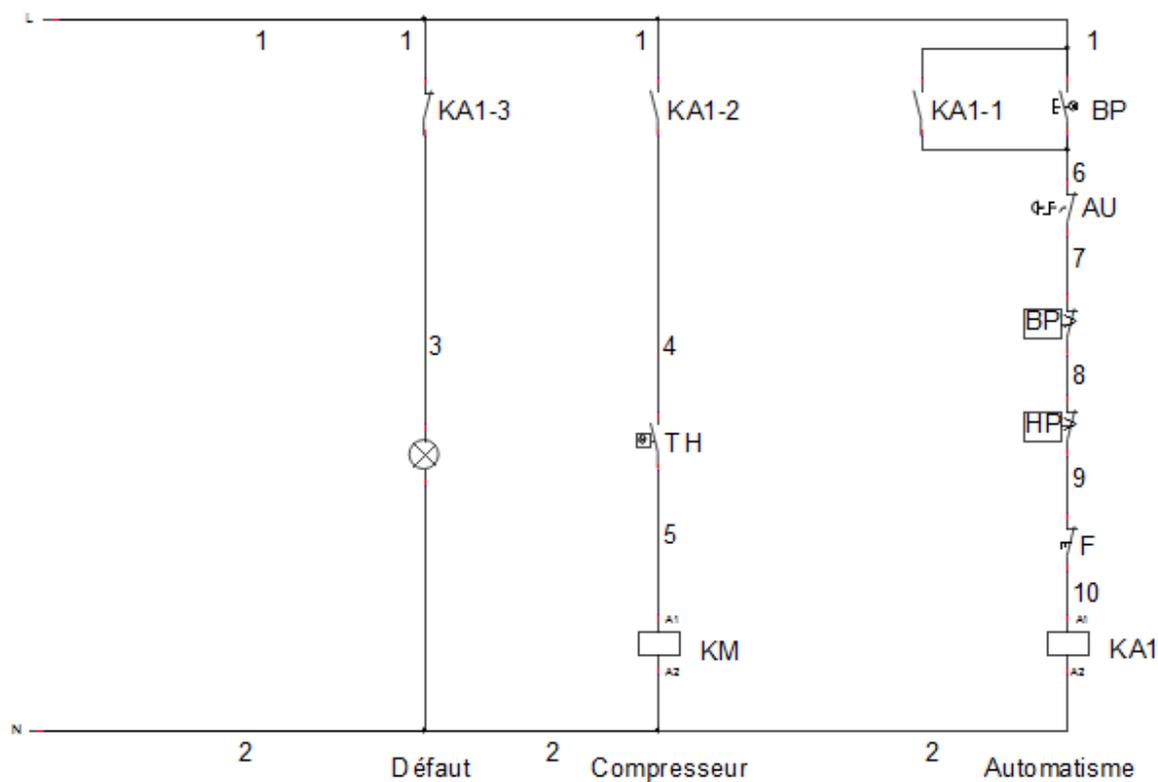


Figure 1.8 exemple d'un schéma électrique ...[4]

Légende

- AU: arrêt d'urgence
- BP: bouton poussoir (réarmement)
- HP: pressostat haute pression
- BP: pressostat basse pression
- KA1: relais de défaut
- KM: contacteur compresseur

Notons que les contacts « ouverts » sont employés pour la régulation (exemple thermostat, pressostat..etc), on constate que les contacts de sécurité sont fermés (exemple bouton d'arrêt d'urgence se situant entre les fils conducteurs 6 et 7).

Lors de l'appui sur le bouton poussoir , le conact KA1.1 se ferme , pour établir la fonction de l'automaintien, dès l'ouverture d'un contact de sécurité (BP :préssostat basse pression, Hp : préssostat haute pression), le relais de défaut est mis hors tension et provoque l'ouverture du relais KA1.1 et KA1.2 et le voyant de défaut s'allume à cause de l'ouverture du contact KA1.3

Pour réarmer le système il faudra appuyer sur le bouton poussoir en s'assurant qu'aucun défaut n'apparaisse .

1.6 L'analyse fonctionnelle

D'après la norme AFNOR NF X 50-151, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et / ou valoriser les fonctions du produit (matériel, logiciel, processus, service) attendues par l'utilisateur.

1.6.1 Intérêt et but de l'analyse fonctionnelle

L'analyse descriptive d'un équipement consiste à répertorier, souvent à partir d'un schéma qui doit être connu à l'avance, ses différents organes en précisant leurs rôles respectifs afin d'en déduire le principe de fonctionnement et ses conditions d'utilisation.

L'analyse fonctionnelle doit, quant à elle, donner une représentation d'un système, appelée modèle, en désignant uniquement les fonctions qu'il assure, indépendamment des constituants réalisant ces fonctions.

Elle devient le cahier des charges du programmeur.

1.6.2 Prés requis à l'édition de(s) l'analyse(s) fonctionnelle(s)

L'ingénieur automaticien, afin de rédiger son analyse fonctionnelle, doit impérativement pouvoir avoir à sa disposition les éléments suivants :

- ✓ Liste des E/S,
- ✓ Comprendre le fonctionnement de chaque équipement installé,
- ✓ Comprendre le fonctionnement de l'ensemble,
- ✓ Avoir connaissance des schémas multifilaires.

Chapitre 2 Généralités sur les tunnels

2.1 Définition d'un tunnel

Un tunnel est une galerie souterraine livrant passage à une voie ou à plusieurs voies de communication (chemin de fer, canal, route, chemin piétonnier).

L'article R118-1-1 du code de la voirie routière française [décret n°2006-1364 du 8 novembre 2006-article .1 JORF 9 novembre 2006] précise :

« Un tunnel désigne toute route ou chaussée située sous un ouvrage de couverture qui, quel que soit son mode de construction, crée un espace confiné. Une section de route ou de chaussée située sous un ouvrage de couverture n'est pas un espace confiné dès lors que l'ouvrage de couverture comporte des ouvertures vers l'extérieur dont la surface est égale ou supérieure à 1 m² par voie de circulation et par mètre de chaussée »

2.2 Caractéristiques d'un tunnel routier

Un tunnel routier est un espace confiné, cédant passage aux véhicules de tourisme et aux poids lourds, il peut être bitubes, c'est-à-dire ,chaque tube est unidirectionnel ou bien monotube(bidirectionnel), chaque tube peut comporter jusqu'à trois voies, une d'entre elles peut jouer le rôle d'une voie de secours, le tunnel routier peut atteindre une vingtaines de kilomètres selon la nécessité relative au réseau routier, (exemple du tunnel de Gothard 16.9 km), sa pente est généralement limitée à 2 %.

Le tunnel routier abrite un certain nombre d'inter-tubes, qui servent à la mise en sécurité et l'évacuation des usagers, des panneaux de signalisation des issues de secours ainsi que les postes d'appels d'urgence, extincteurs sont disposés à l'entrée de chaque inter-tube ,ils sont placés généralement à des intervalles réguliers de 300 mètres .

La plupart des tunnels routier sont équipés de niches de sécurité implantés à des intervalles réguliers, dans les piédroits, ces niches sont habituellement équipées de téléphones d'appel d'urgence, d'extincteurs manuel, à l'usage des conducteurs en cas de panne de leur véhicule ou d'accident.

La conception de ces niches de sécurité et leur implantation présente une très grande variété :

- simple coffret accroché au piédroit
- niche encastrée dans le piédroit (avec ou sans porte d'isolement)
- local de dimension plus importante permettant d'accueillir les occupants d'un véhicule en panne et de les soustraire à une exposition sur la chaussée où ils risquent d'être heurtés par un véhicule en mouvement

Pour éviter tout sentiment de claustrophobie à l'intérieur de ces niches, il est recommandé de les doter de portes transparentes.

2.3 Nécessité de sécuriser un tunnel routier

Les incendies graves qui se sont produits dans les tunnels du monde et le taux toujours élevé d'accidents de la circulation ont accru d'autant plus l'importance sans cesse accordée à la sécurité des tunnels routiers.

Un niveau de sécurité commun à tous les tunnels paraît nécessaire. En outre, l'utilisateur doit être assuré que l'utilisation d'un tunnel ne lui fera pas courir de risques exceptionnels par rapport à l'utilisation d'une route à ciel ouvert.

Le risque lié aux tunnels routiers est celui provoqué par un accident de voitures ou de poids lourds, qui engendre parfois un dégagement de fumées et de chaleurs, et qui peut conduire à un risque d'asphyxie, du fait du confinement de l'ouvrage

Donc, on doit impérativement tenir un niveau de sécurité élevé à l'intérieur des tunnels afin de garantir à l'utilisateur sécurité et confort lors de la circulation, ceci en installant des systèmes de gestion et de mise en sécurité fiables.

Un des systèmes majeur lors d'un incident en tunnel est la ventilation.

L'exploitation du système de ventilation d'un tunnel selon l'annexe [1] doit remplir les fonctions de base suivantes :

- Maintenir une bonne qualité d'air à l'intérieur de l'ouvrage
- Contrôler et/ou extraire les fumées en cas d'incendie, car elles représentent le principal danger pour les usagers

Du fait que la technologie automobile a amené à réduire les taux de polluants rejetés par les véhicules, le désenfumage est devenu le critère le plus important lors du dimensionnement de l'installation de la ventilation à l'intérieur du tunnel routier.

On note que le désenfumage est un système de ventilation faisant démarrer des ventilateurs à pleine puissance en cas de présomption d'incendie.

2.3.1 Relation dimensionnement et caractéristiques d'un tunnel routier

Le choix du système de ventilation à l'intérieur du tunnel routier dépend en premier lieu de sa longueur, ceci-dit, si le tunnel ne dépasse pas les 5 kilomètres de longueur, on se base sur la stratégie de la ventilation longitudinale, dans le cas contraire si le tunnel dépasse les 5 kilomètres, on se tourne vers la stratégie de ventilation transversale.

D'autre part, on se réfère aussi au mode de circulation ; s'il est de type monodirectionnel, les ventilateurs doivent insuffler de l'air dans le sens de la circulation.

Dans le cas où on a un tunnel bidirectionnel, les ventilateurs doivent pouvoir insuffler dans le sens prédominant du vent, ce dernier est déterminé par des anémomètres qui servent à indiquer le sens du vent.

La puissance et le nombre de ventilateurs installés à l'intérieur du tunnel est déterminé par la pente du tunnel et la différence de pression entre l'entrée et la sortie, si la pression est beaucoup plus élevée à la sortie, les ventilateurs doivent souffler plus fort, l'effet de pistonnement peut aider le système de ventilation en réduisant sa consommation d'énergie.

2.4 Exemple d'application de tunnel routier T1 de LAKHDARIA

2.4.1 Description de l'ouvrage (tunnel T1)

Le tunnel T1 objet de notre étude s'inscrit dans le cadre de la réalisation de la section M3 du lot centre de l'autoroute Est Ouest en Algérie. Ce lot comporte deux tunnels T1 et T2, le tunnel T2 n'a pas fait l'objet de notre étude.

Le tunnel T1 est un ouvrage de 730 m de longueur, à environ 550 m d'altitude, qui relie les bassins de Oued Had et Bouzegza.

2.4.2 Classement au regard de l'It 2000

- Tunnel non urbain,
- A deux tubes unidirectionnels,
- A trafic non faible,
- De gabarit supérieur à 3,50 mètres,
- Tunnel de longueur comprise entre 500 et 800
- Autorisés aux transports de marchandises dangereuses...[5]

2.4.3 Indicateurs de pollution

Les indicateurs de pollution sont le monoxyde de carbone CO, le monoxyde d'azote NO1 et l'opacité.

Les objectifs en termes de seuil à ne pas dépasser en fonction du trafic sont :

Trafic	Bloqué (0 km/h)	Congestionné (10 km/h)	Fluide (80 km/h)
Concentrations moyenne ou maximum			
CO (ppm)	150 (maximum)	50 (en moyenne)	50 (en moyenne)
NO (ppm)	-	4 (en moyenne)	4 (en moyenne)
Opacité (m ⁻¹)	9.10 ⁻³ (maximum)	5.10 ⁻³ (maximum)	5.10 ⁻³ (maximum)

Tableau 2.1 seuils d'indicateur de pollution...[5]

Pour maintenir une bonne qualité d'air dans le tube, on fait rentrer de l'air frais par la tête d'entrée du tunnel à travers des ventilateurs spéciaux appelés « accélérateurs ». lorsque la circulation n'est pas encombrée l'effet de pistonement des véhicules assure le maintien des polluants en dessous des seuils critiques et permet un renouvellement d'air satisfaisant.

En cas d'augmentation des seuils de polluants, les accélérateurs qui sont asservis aux capteurs (CO , NO, Opacimètre) démarrent en nombre suffisant pour maintenir un renouvellement d'air satisfaisant.

Pour ce qui est de la ventilation de désenfumage en exploitation monodirectionnelle, le système doit pousser les fumées jusqu'à la tête de sortie (aval), ceci en assurant une vitesse d'au moins égale à 4 m/s.

Le polluant le plus toxique est en fait le NO₂. Mais en raison de la difficulté à le mesurer, l'indicateur retenu est le NO, le rapport [NO]/[NO₂] étant relativement stable en tunnel (≈ 10).

Dans le cas particulier et exceptionnel d'une circulation bidirectionnelle (fermeture d'un tube pour maintenance), un scénario de désenfumage spécifique est mis en place en deux phases.

2.4.4 Résultats du dimensionnement

Le dimensionnement mené selon les règles édictées dans les annexes [1] et [2] a conduit à installer 15 accélérateurs dans chacun des tubes Nord et Sud. Ces machines sont installées par batteries de trois unités.

Les premières et dernières batteries de chaque tube sont situées à environ 140 m des têtes d'entrée et de sortie. Les autres batteries d'accélérateurs sont positionnées avec une inter-distance de 120 m....[5]

a Répartition / implantation des accélérateurs

La répartition des batteries d'accélérateurs est donnée par tube dans les tableaux suivants :

Tunnel T1

Pour le tube Nord (descendant) - 15 accélérateurs

Batteries	1	2	3	4	5
PM/entrée	122	242	362	482	602
Nbre d'acc	3	3	3	3	3

Tableau 2.2 répartition des batteries d'accélérateurs pour le tube nord T1...[5]

Pour le tube Sud (montant) - 15 accélérateurs

Batteries	1	2	3	4	5
PM/entrée	118	236	354	472	590
Nbre d'acc	3	3	3	3	3

Tableau 2.3 répartition des batteries d'accélérateurs pour le tube sud T1...[5]

b Caractéristiques des accélérateurs

Les caractéristiques des accélérateurs installés en tunnels sont les suivantes :

- Diamètre de la roue (de l'ordre de):1200 mm
- Poussée unitaire en champ libre en sens direct : 1165 N (pour $r = 1,2 \text{ kg/m}^3$)
- Poussée unitaire en sens inverse : 1050 N (réversible 90% minimum)
- Vitesse d'éjection:32.2 m/s en sens direct
- Puissance moteur : environ 30 kW
- Alimentation : 400 V, 50 Hz triphasé
- Fixation en voûte du tunnel

Le poids des accélérateurs est de l'ordre de 1200 kg.

Les accélérateurs sont capable de fonctionner pendant 2 heures en une température de 400 ° ...[5]

2.4.5 Equipement de control de l'atmosphère

a Généralités

La surveillance de la pollution en tunnel nécessite l'installation de sections de mesure réparties dans les deux tubes de chaque tunnel.

Chaque section de mesure est composée de :

- un analyseur d'oxyde de carbone CO,
- un analyseur d'oxyde d'azote NO,
- un opacimètre,
- un anémomètre.

Voici une figure réelle de notre section de mesure installé dans le tunnel T1

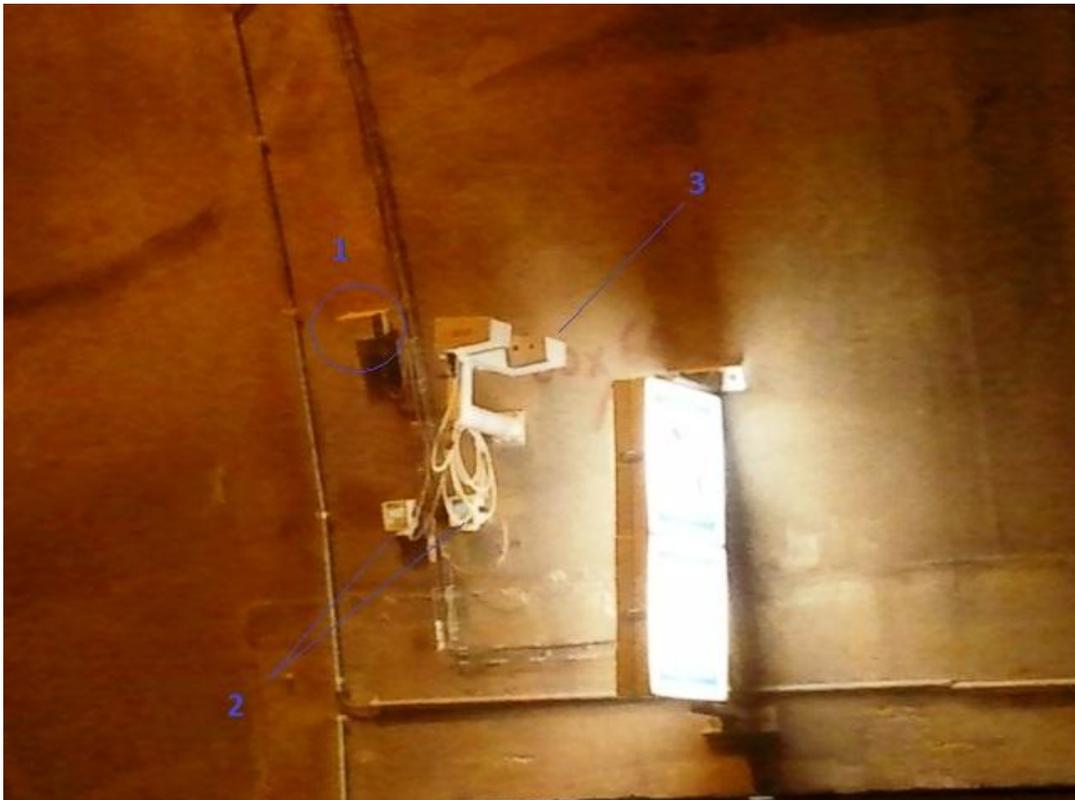


Figure 2.1 image réelle de la section de mesure : 1 –anémomètre, 2-capteurs CO/NO, 3-opacimètre

b Répartition des équipements

La répartition des capteurs des différentes sections de mesure est donnée dans les tableaux ci-dessous.

Tunnel T1

Tube	Nord		Sud	
Section de mesure	1	2	1	2
PM/entrée	150	580	150	570

Tableau 2.6répartition des sections de mesure dans T1...[5]

2.4.6 Description des équipements

a Analyseurs CO et NO

Les analyseurs CO et NO sont équipés de capteurs électrochimiques et de transmetteurs 4-20 mA...[5]

b Opacimètres

Les mesures de l'affaiblissement d'un flux lumineux (visibilité) sont réalisées avec :

- ensemble comprenant un émetteur optique et un récepteur / transmetteur implanté en vis-à-vis en tunnel,
- soit à l'aide d'un ensemble comprenant un photomètre et un système de prise d'échantillon de l'air du tunnel...[5]

c Anémomètres

Les anémomètres sont de type ultrasonique à 2 axes,...[5]

2.4.7 Positionnement en tunnel

Tous les équipements de la section de mesure seront fixés au mur latéral (piédroit) côté voie lente (du côté des niches de sécurité), hors gabarit routier, on retrouve :

- les analyseurs de CO et NO, les opacimètres et les anémomètres à une hauteur de 2 mètres du sol,
- les anémomètres sont placés à une distance minimale de 10 m en amont des accélérateurs ceci pour éviter tout risque de perturbation aéraulique.

En cas d'utilisation d'anémomètres de type ultrasonique comprenant un émetteur et un récepteur, la deuxième unité sera fixée au piédroit côté voie rapide, à une hauteur hors...[5]

gabarit routier...[5]

2.4.8 Alimentation et contrôle commande

Les câbles relatifs au control des capteurs des sections de mesures seront ramenés vers les niches de sécurité les plus proches, ces derniers seront raccordés au coffret niche secouru placés sur un onduleur pour la partie alimentation, et sont câblés sur le bornier GTC pour le report des mesures et la signalisation de défaut.... [5]

Chapitre 3 Mise en œuvre d'une solution de ventilation pour tunnel- cas pratique tunnel T1 de LAKHDARIA-

3.1 Présentation de l'implantation des équipements

Comme décrit précédemment dans le deuxième chapitre, on retrouve 4 niches de sécurité à l'intérieur du tunnel, les 2 sections de mesures comprenant les différents capteurs sont associés à ces niches, l'une à l'entrée au niveau de la niche NSN101, l'autre à la sortie au niveau de la niche NSN104.

On retrouve aussi les 5 batteries d'accélérateurs tout au long du tunnel, répartis sur des intervalles réguliers de 120 m approximativement.

La présentation ci-dessous démontre le plan d'implantation des équipements à l'intérieur du tunnel

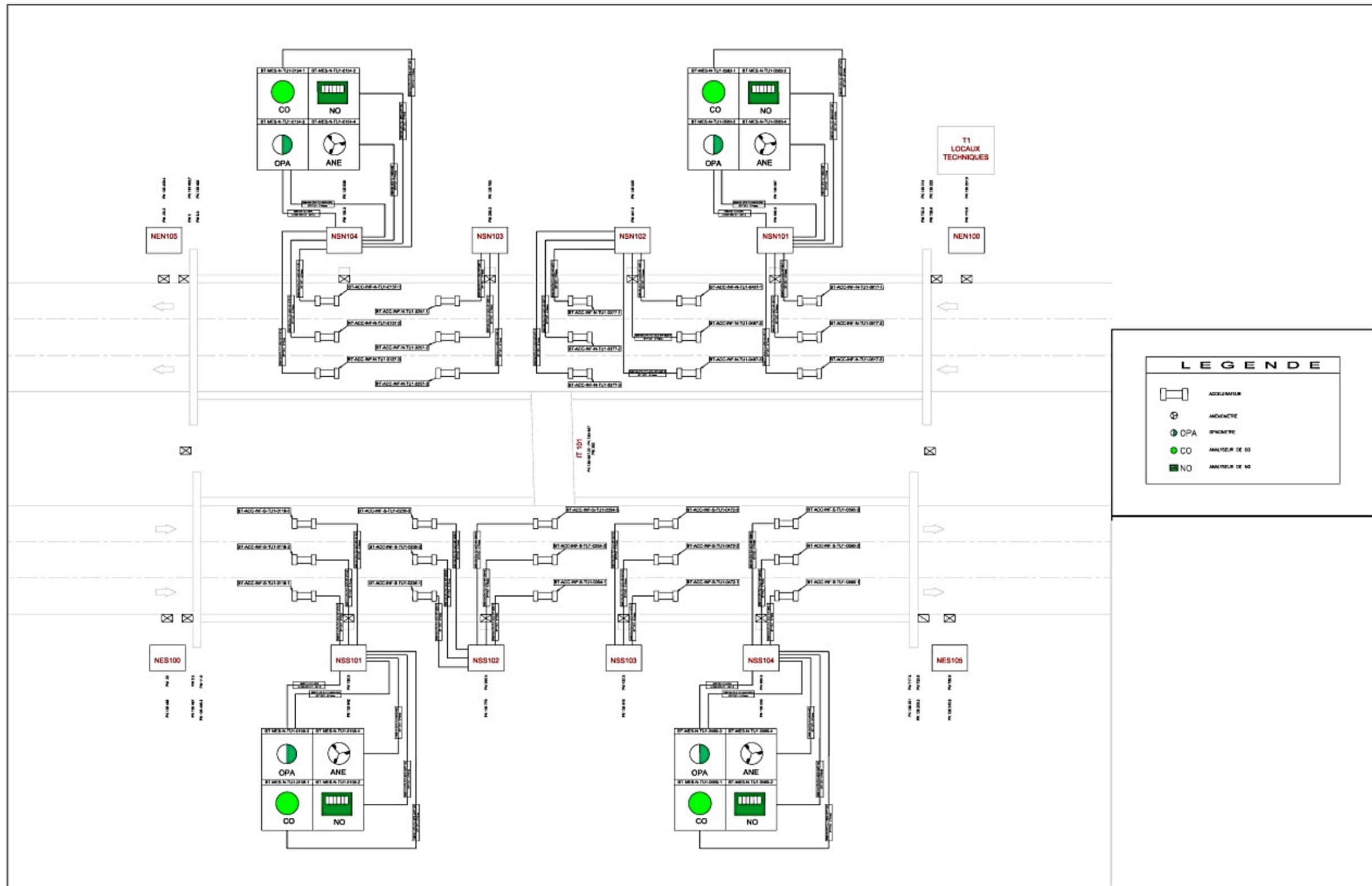


Figure 3.1 plan d'implantation des équipements....[12]

3.2 Présentation de l'architecture automate

Le plan ci-dessous présente l'architecture automate retenue pour le tunnel T1

L'architecture automate du tunnel T1 est constitué de :

- niveau 0 : couche terrain, qui représente les capteurs/actionneurs (capteur de NO, capteur de CO, opacimètre, anémomètre, accélérateur...etc.)
- niveau 1 : couche d'acquisition, qui regroupe les ilots d'E/S déportés installés dans les niches de sécurité au plus près des équipements et répartis dans les TGBT.
- Niveau 2 : constitué des deux automates programmables montés en redondance qui gèrent l'acquisition des données des ilots d'E/S déportés et qui est responsable de l'élaboration des commandes.

Chaque niche de sécurité et niche extérieure contiennent un ilot d'E/S déportés qui est relié aux automates redondant situés au local technique par le biais d'un Switch.

La boucle commence à partir de l'automate du local technique qui se dirige vers le Switch de la NSN101, sa sortie constitue l'entrée de la NSN102, qui est connecté sur son Switch, la boucle s'étend ainsi jusqu'à la NEN105 ; ceci constitue la liaison du tube nord.

La sortie du Switch NEN105 est directement liée au NES100, ceci-dit tube sud, les niches du tube sud sont reliées de la même manière que celle du tube nord, la boucle s'achève par la connexion de la NES105 a la NEN 100.

Cette boucle ainsi constituée permet en cas de rupture de la fibre optique de reprendre la communication dans l'autre sens. C'est le principe de la boucle auto-cicatrisante.

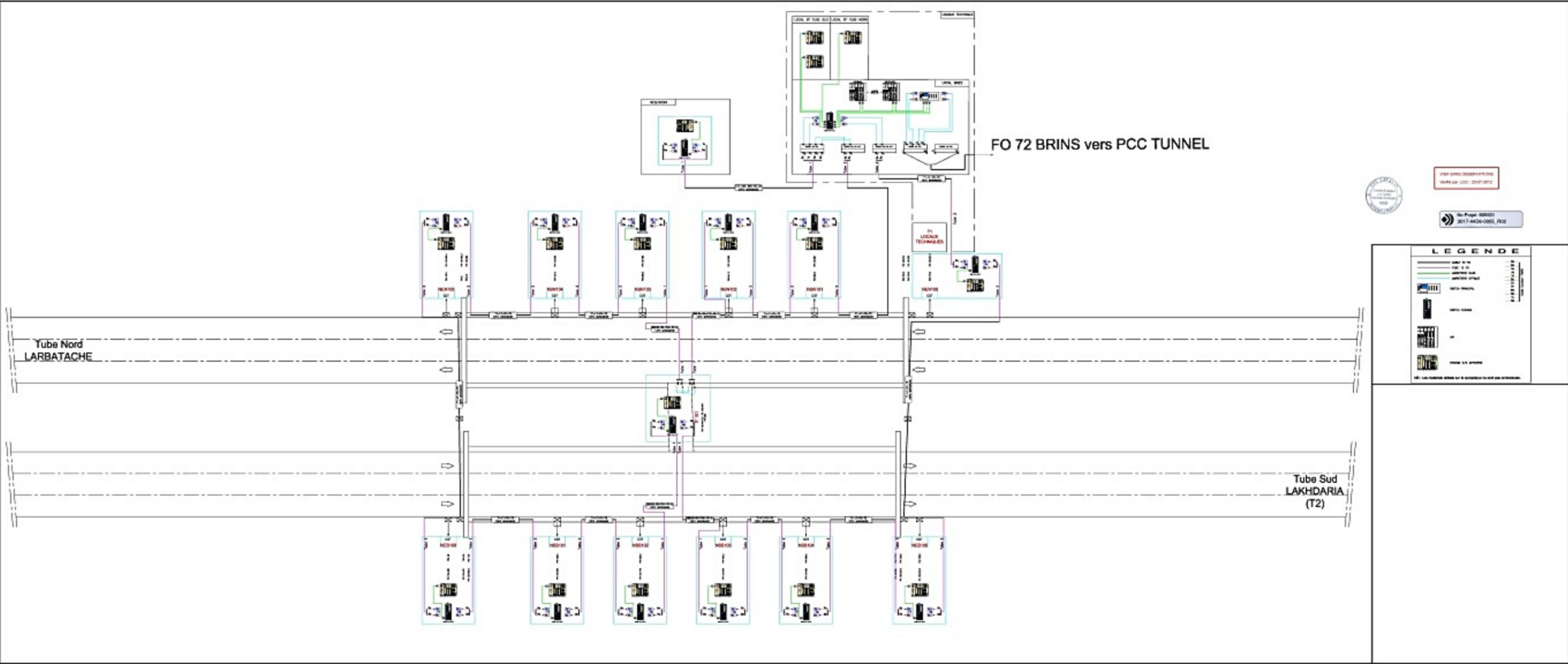


Figure 3.2 Architecture GTC...(13]

3.3 Présentation du schéma de puissance et de commande

Les figures ci-dessous représentent les schémas multifilaires de puissance et de commande des accélérateurs :

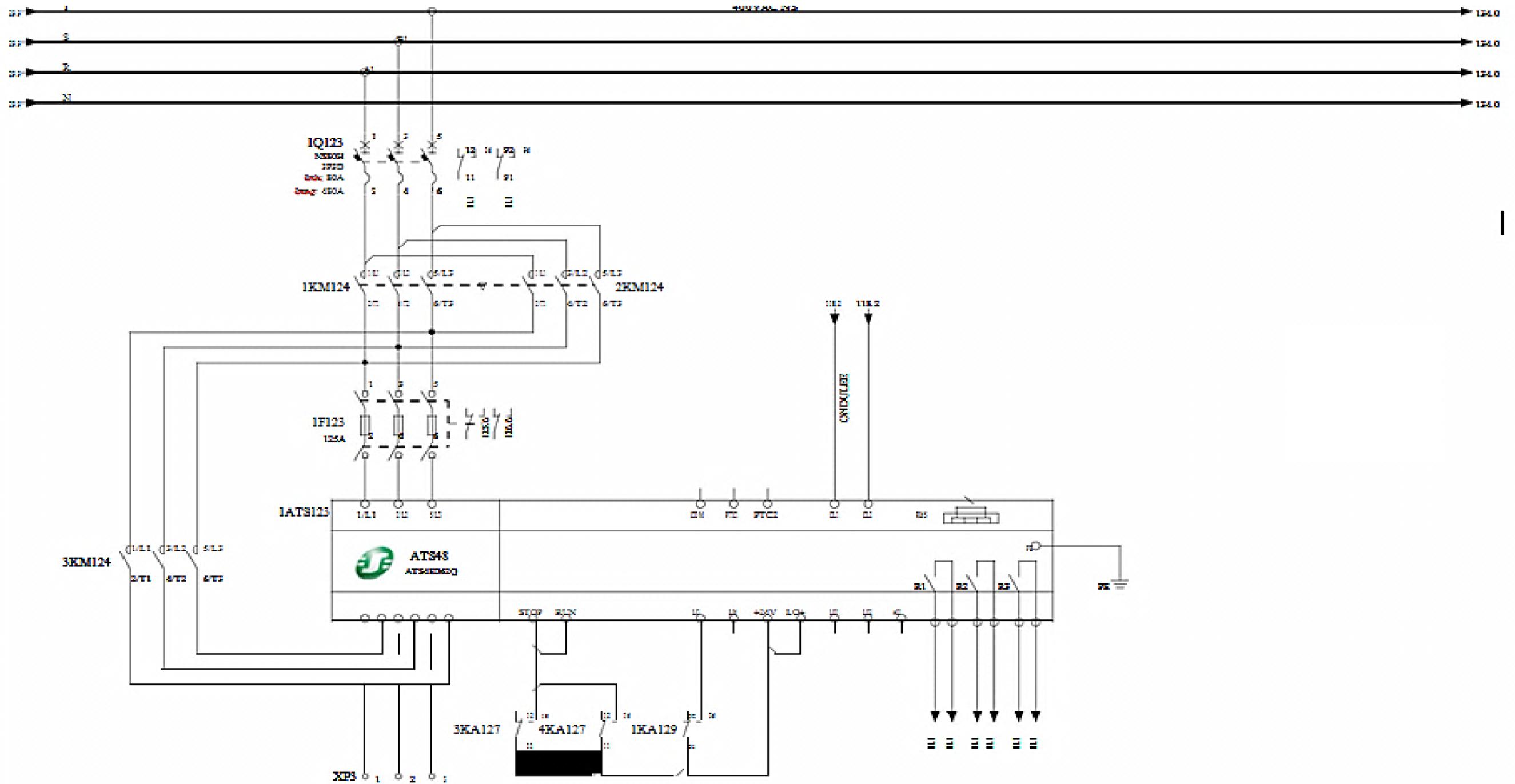


Figure 3.3 Schéma multifilaire type de puissance pour un ventilateur...[14]

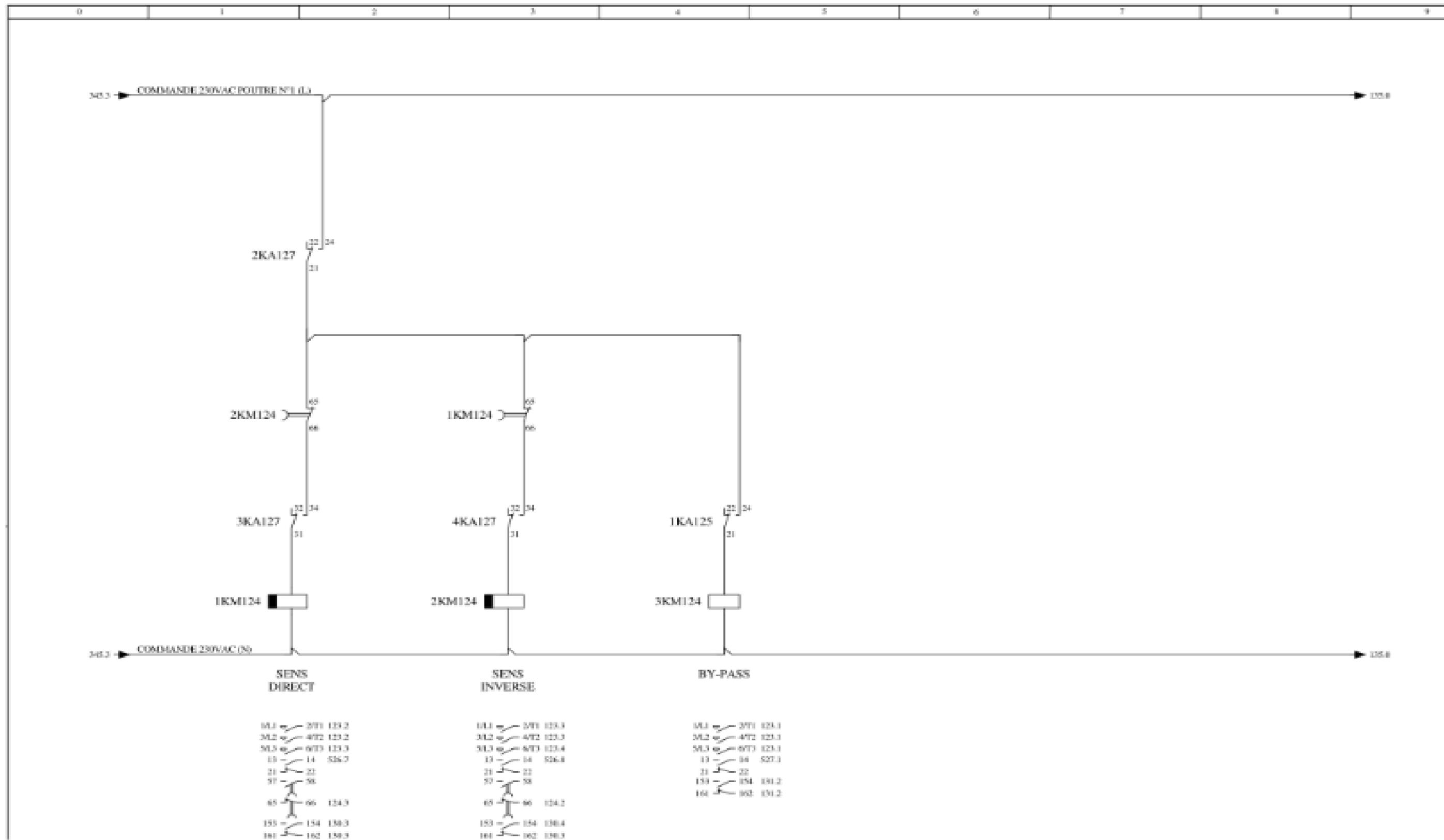


Figure 3.4 schéma multifilaire pour la commande des contacteurs de ligne... [14]

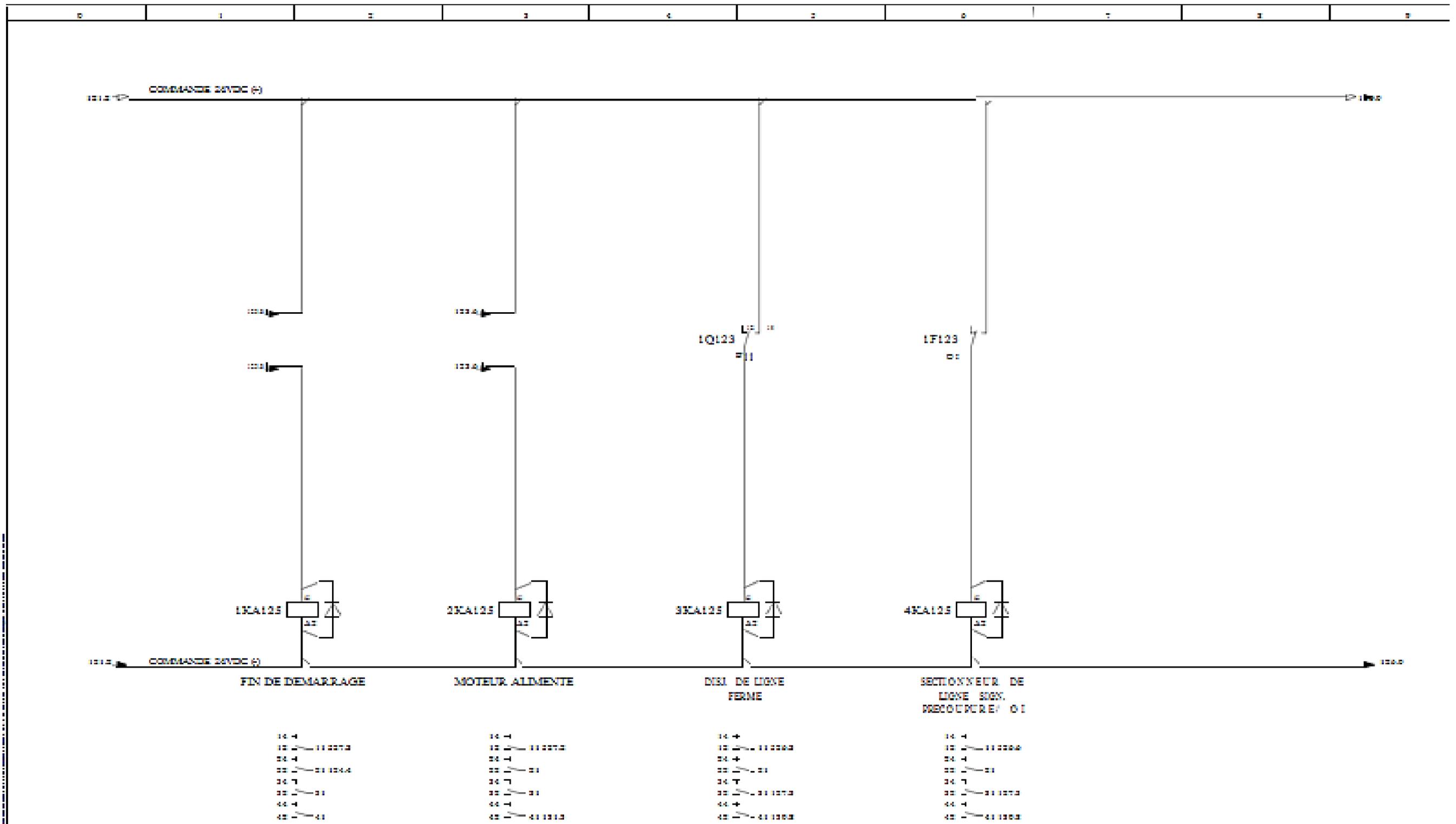


Figure 3.5. Schéma multifilaire pour le report d'information...[14]

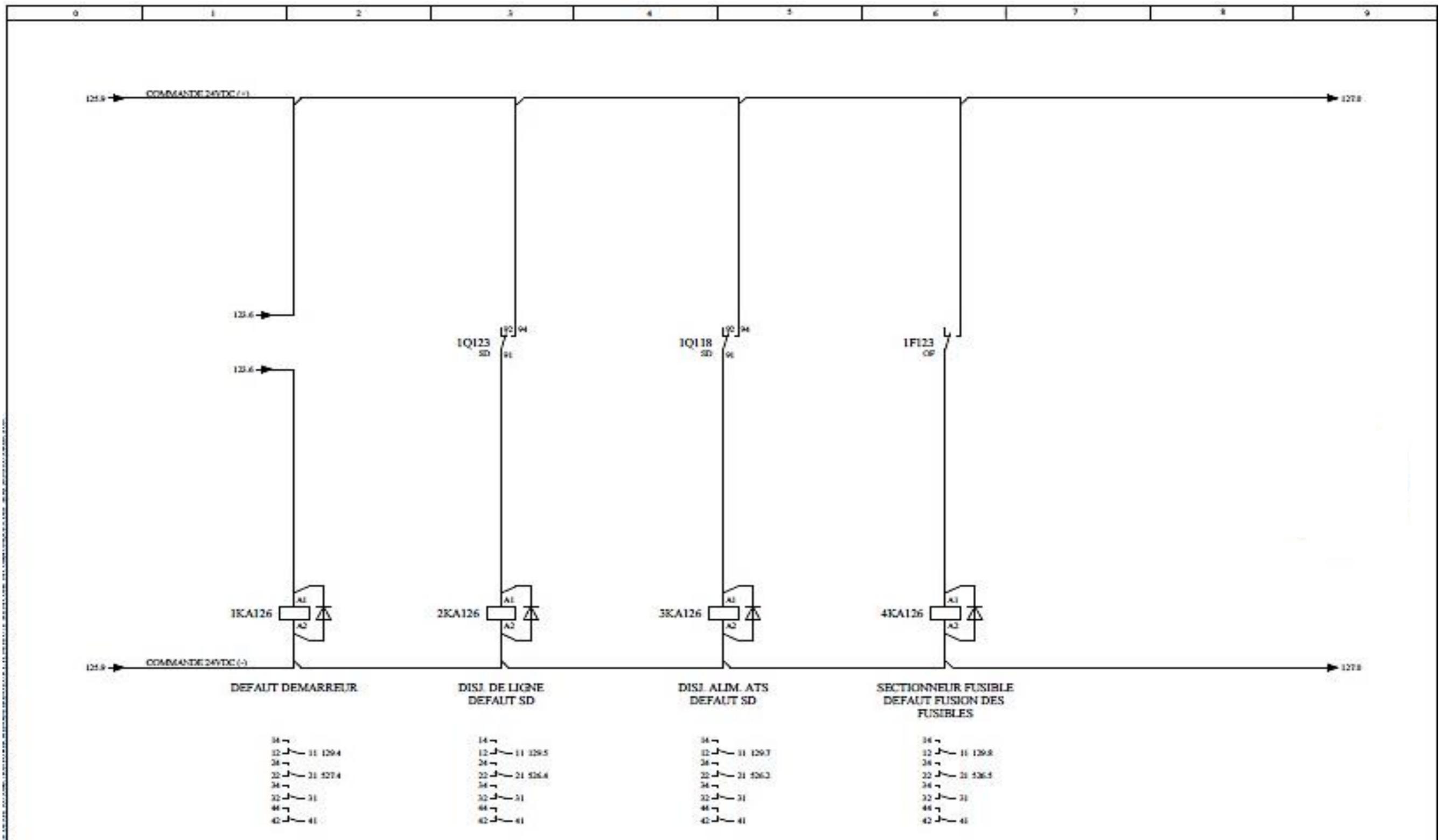


Figure 3.6. Schéma multifilaire pour le report d'information...[14]

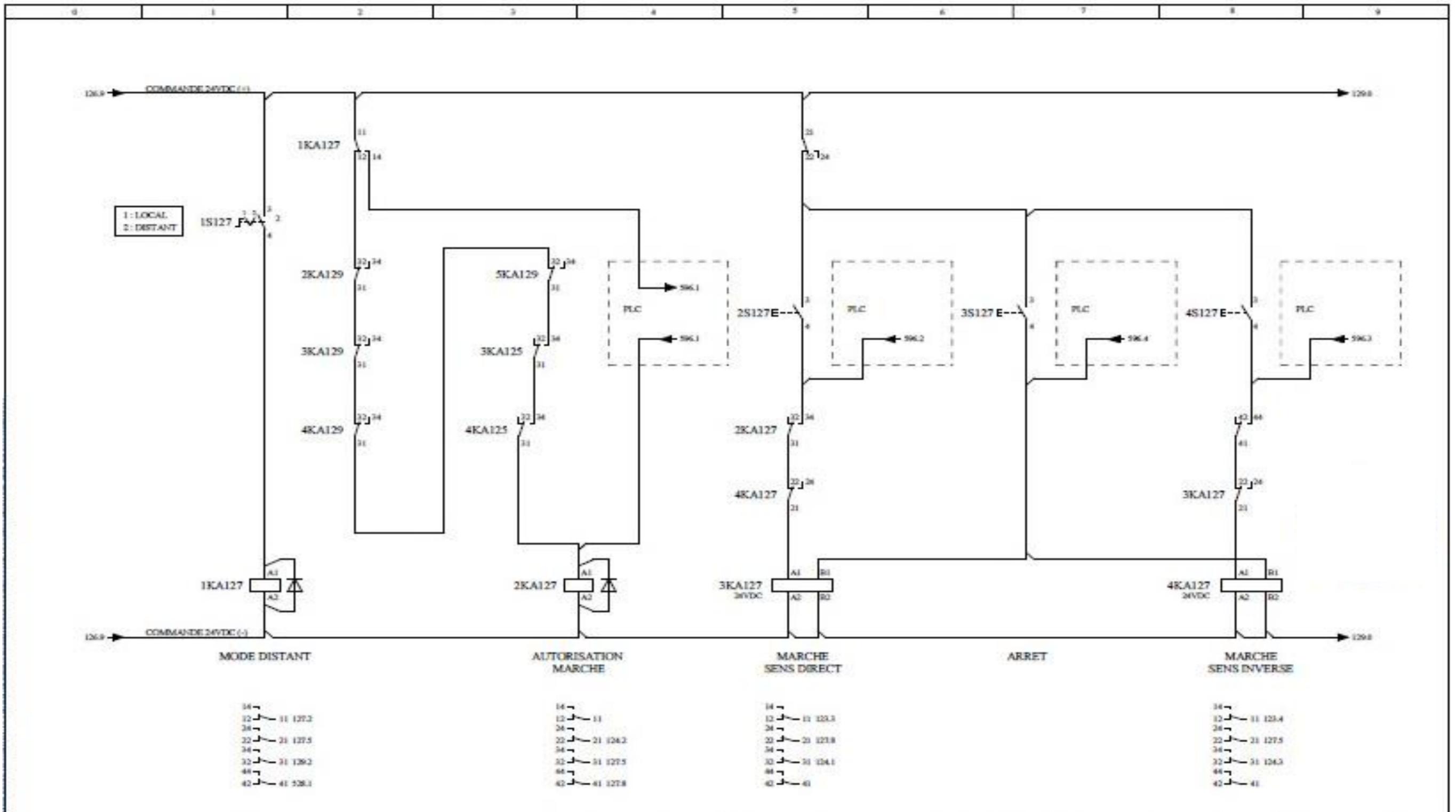


Figure 3.7. Schéma multifilaire pour l'élaboration des commandes...[14]

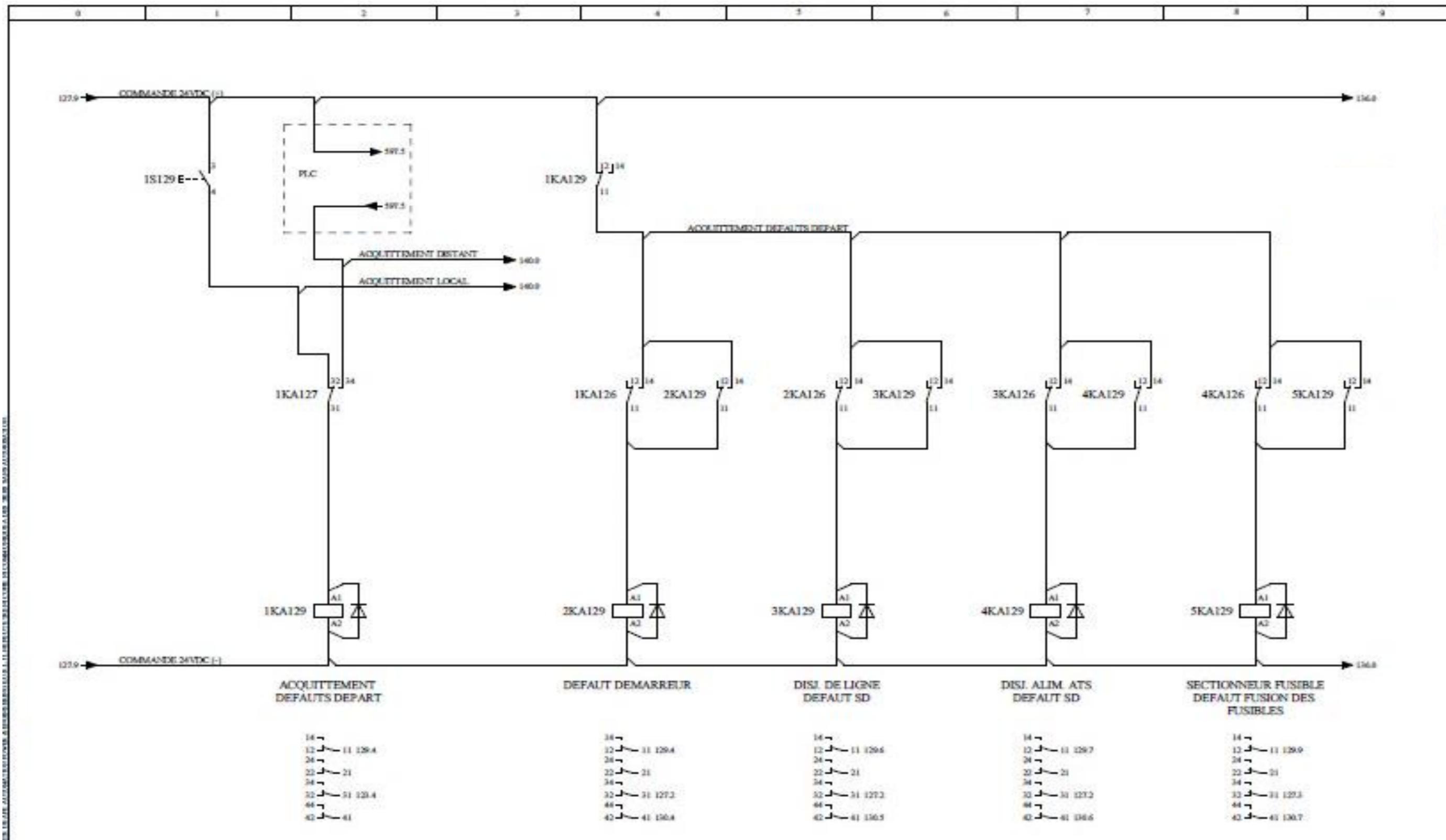


Figure 3.8. Schéma multifilaire pour la gestion des défauts...[14]

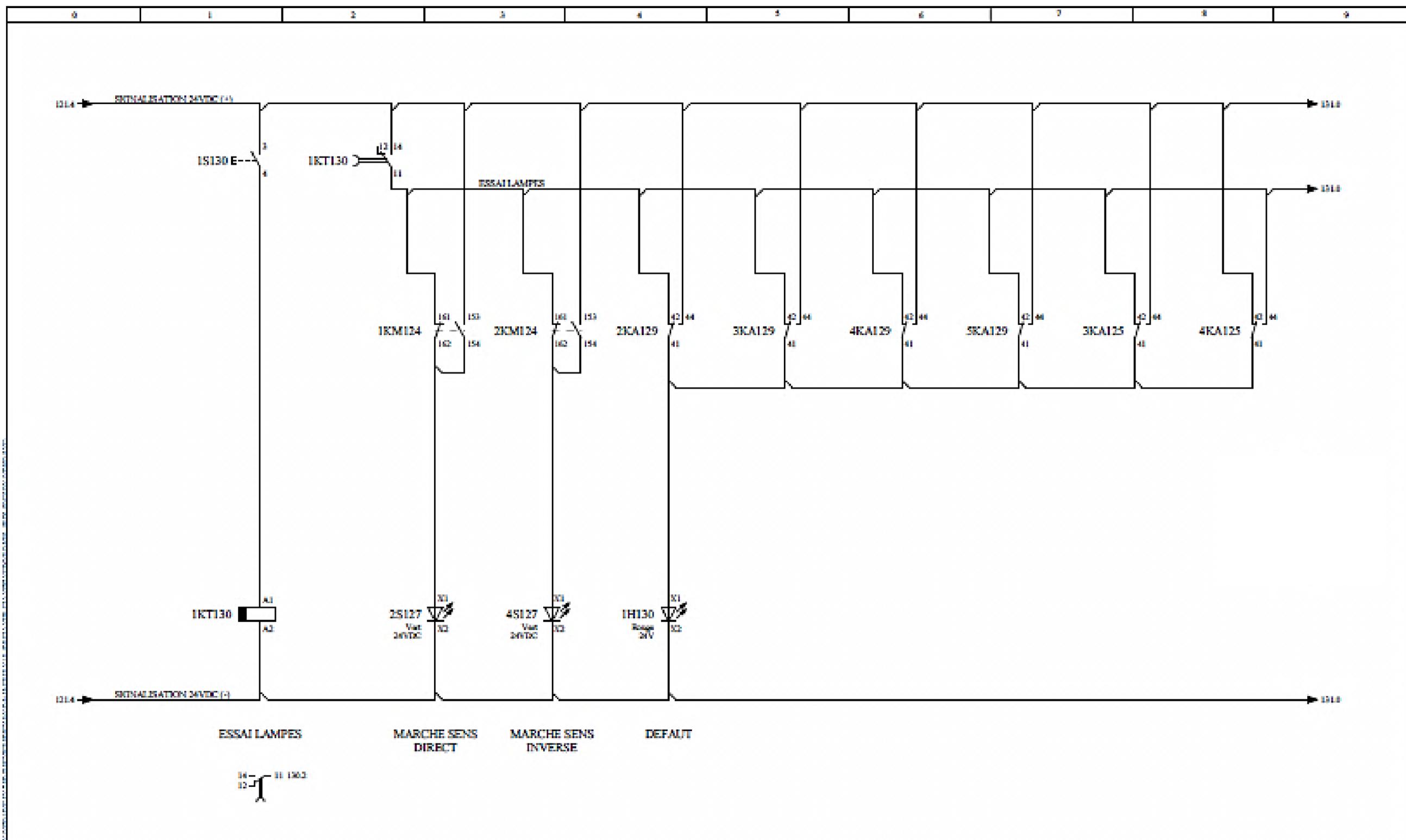


Figure 3.9. Schéma multifilaire pour la signalisation en face avant...[14]

Le folio 123 (figure 3.3) représente le schéma multifilaire départ puissance de l'accélérateur.

Le mode de démarrage choisi est le progressif afin de limiter l'appel de courant au moment du démarrage.

Pour se faire, il est utilisé le modèle ATS48 supportant une puissance de 30 KW.

Ce dernier est protégé par un disjoncteur de puissance triphasé de 80A.

Le calibre du disjoncteur a été choisi en considérant le courant de démarrage limité par l'ATS à 3 In (courant nominal).

La mise en place de deux contacteurs de lignes pour le choix du sens de rotation a été faite.

Afin d'améliorer la protection du démarreur un jeu de fusibles a été rajouté.

L'ATS étant sollicité uniquement pendant le démarrage un contacteur de by-pass a été rajouté, ce dernier est activé une fois la séquence de démarrage terminée.

Les informations disponibles sont récupérées sur les sorties relais :

- R1 : défaut démarreur
- R2 : fin démarrage
- R3 : moteur alimenté

La commande est de type maintenu

- Les entrées «stop » et « run » sont alimenté pour démarrer.
- Les entrées «stop » et « run » sont en l'air pour l'arrêt.

Une commande supplémentaire est utilisée pour le reset de l'ATS.

Le FOLIO 124 (figure 3.4) représente la commande des contacteurs de ligne (pour le sens) et de by-pass.

La commande est générée pour les contacts du relais 3KA127 et 4KA127 (commande de marche en sens direct, et commande de marche en sens inverse).

Pour le by-pass la commande vient du relais 1KA125 (fin de démarrage).

Les commandes sont conditionnées par la fermeture du contact du relais 2KA127 (autorisation de marche).

Par mesure de sécurité un inter verrouillage électrique entre les contacteurs de ligne a été mis en place via 2KM124 et 1KM124.

Le FOLIO 125 (figure 3.5) représente le report d'information.

La fermeture du contact 1KA125 qui représente la fin de démarrage est conditionnée par la fermeture de la sortie de type relais R1 du démarreur ATS48.

La fermeture du contact 2KA125 (moteur alimenté), dépend de la fermeture du contact R2 délivré par l'ATS 48

L'information de la position du disjoncteur de ligne est reprise à partir de son contact auxiliaire OF sur le relais 3KA125.

L'état de la position du sectionneur porte fusible est repris à partir de son contact auxiliaire OI sur le relais 4KA125

Le FOLIO 126 (figure3.6) représente le report d'informations des défauts

Le défaut démarreur est détecté par l'ouverture de R1 de l'ATS.

L'état de la position du contact défaut disjoncteur de ligne est repris à partir de son contact auxiliaire SD. L'état de la position du contact défaut fusion fusible est repris à partir de son contact auxiliaire OF.

Le défaut disjoncteur alimentation ATS48 est détecté par l'ouverture du disjoncteur 1Q118.

Le FOLIO 127 (figure 3.7) représente l'élaboration des commandes.

Les commandes peuvent être élaborées en mode distant ou bien local, ceci dépend de la position du bouton rotatif 1S127. S'il est en position 1, c'est qu'on est sur mode local, sinon le mode distant est activé.

L'autorisation de marche 2KA127, peut être délivrée par l'automate, ou bien en mode local si le bouton rotatif 1S127 est sur la position 1, disjoncteur de ligne et sectionneur de ligne fermés et qu'aucun des défauts cités ci-dessous ne sont détectés :

- Défaut démarreur 2KA129
- Défaut disjoncteur de ligne 3KA129
- Défaut alimentation ATS 4KA129
- Défaut fusion fusibles 5KA129

Les commandes de marche sont conditionnées par l'autorisation marche 2KA127.

Les commandes de marches (sens direct 3KA127, sens inverse 4KA127) peuvent être mise en œuvre en mode distant si le bouton rotatif 1S127 est sur la position 2, ceci se traduit par la commande automate 596.2 pour la marche en sens direct, 596.3 pour la marche en sens inverse et 596.4 pour la commande d'arrêt.

En mode local (position 1), la commande marche sens direct est élaborée par appui sur le bouton poussoir 2S127.

La commande marche en sens inverse est élaborée par appui sur 4S127, pour la commande d'arrêt elle survient par appui sur bouton poussoir 3S127.

Par mesure de sécurité un système d'inter verrouillage électrique entre les contacts a été mis en place via 3KA127 et 4KA127, afin de ne pas passer les deux commandes simultanément. Du fait de ce verrouillage, pour changer le sens de rotation on doit passer par une commande d'arrêt.

Notons que les bobines 3KA127 et 4KA127 sont bistables, c'est-à-dire que les contacts A1A2 sont utilisés pour l'excitation et B1B2 pour l'arrêt de la commande. Cela permet d'avoir des commandes non-maintenues.

Le FOLIO 129 (figure 3.8) représente la gestion des défauts.

L'acquiescement défaut départ 1KA129 s'effectue en mode distant en activant le contact 1KA127, ou bien en mode local par appui sur bouton poussoir 1S129.

Tous les défauts mentionnés ci-dessous seront montés en parallèle afin d'obtenir un acquiescement général des défauts, ces derniers sont :

- Défaut démarreur
- Défaut disjoncteur de ligne
- Défaut disjoncteur alimentation ATS
- Défaut fusion fusible

L'acquiescement se fait en parallèle de telle manière que si la bobine 1KA129 s'excite le contact 1KA129 s'ouvre, et tous les défauts actifs seront acquiescés, des contacts de maintien sont mis en place en parallèle des contacts de défauts pour leur mémorisation.

Le FOLIO 130 (figure 3.9) représente la signalisation en face avant

Le contacteur temporisé 1KT130 est activé par appui sur bouton poussoir 1S130, ce qui engendre la fermeture du contact temporisé 1KT130.

Pour effectuer un test lampe sur le sens de rotation du moteur et la signalisation défaut.

La LED 2S127 s'allume en vert si le contacteur de marche sens direct 1KM124 est activé.

La LED 4S124 s'allume en vert si le contacteur de marche en sens inverse 2KM124 est activé.

La LED 1H130 s'allume en rouge si au moins un défaut mentionné précédemment est détecté. Ou bien par ouverture du disjoncteur de ligne ou sectionneur porte fusible

Le test lampe prend fin par la fin de la durée de la temporisation sur la bobine 1KT130

3.4 Présentation des équipements retenus

A partir du plan d'implantation des équipements vu précédemment, une liste d'équipement a été retenue, cette dernière est constituée de 4 capteurs de CO, 4 capteurs de NO, 4 opacimètres, 4 anémomètres, 30 ventilateurs et 30 démarreurs progressifs ATS48.

3.4.1 NOCOSTOP V2

Le détecteur de gaz toxique NOCOSTOP V2 a pour rôle d'indiquer la concentration du gaz toxique CO, NO ou NO₂ dans le milieu ambiant selon la cellule électrochimique utilisée. La mesure est récupérée au travers d'un signal analogique de type 4-20 mA.

Il répond aux caractéristiques suivantes :

[Alimentation : 24Vdc,

Plage de mesure : CO : 0 –100 à 300ppm ; NO : 0-10 à 100ppm ; NO₂ : 0-1 à 10ppm

Resolution: CO et NO: 0,1ppm; NO₂: 0,05ppm

Precision: CO: 2ppm; NO: 0,2ppm; NO₂: 0,1ppm

Limite inférieure de détection : CO : 1ppm ; NO : 0,5ppm ; NO₂ : 0,2ppm

Temps de réponse : <30s

Durée de vie escomptée : >3 ans

Dérive de la mesure : <5% par an

Plage de température : -40°C à +65°C

Condition ambiantes : 0 à 100% d'humidité relative ; 700 à 1300hPa

Sortie : Analogique 4-20 mA]... [6]

Les deux gaz détectables sont distingués sur la face avant du détecteur par un code couleur (bleu pour le détecteur de NO, et vert pour le détecteur de CO).



Figure 3.10 détecteur de monoxyde d'azote...[6]

3.4.2 Opacimètre (VISIC 610)

L'opacimètre retenu a pour nom VISIC 610, il se caractérise par une sortie analogique, ce signal représente : la visibilité 4-20mA/max 750 Ω...

L'opacimètre présente les caractéristiques techniques suivantes :

Valeur mesurée	Intensité de la lumière diffusée
Sortie	Visibilité standard
Gamme de mesure	Standard : 10 m à 500 m Maximum : jusqu'à 2 000 m
Précision de mesure	+/- 2% de l'intensité de la lumière diffusée (pleine échelle de la gamme de mesure)
Température de fonctionnement	- 20°C à + 55°C
Tension d'alimentation	230 V CA + 10% / -15% ; 115 V CA, + 10% / -15%
Consommation	Maximum 30 VA en fonctionnement continu env. 70VA au démarrage
Relais	4 sorties relais paramétrables ; standard : 1 à 3 seuils, défaut option : autotest, requête de maintenance (encrassement), pluie, neige, intensité de la précipitation max. 48 V-1A AC ; 0,5A DC
Interfaces	RS 422 pour le transfert des données RS 232 pour la maintenance ou un modem
Entrées binaires	4 entrées : entrée « standby mesure », entrées 2 à 4 librement paramétrables Niveau bas = 0V ; niveau haut = 10...35 V CC /10...25 VCA
Dimensions (lxhxp)	Env. 440 x 240 x 508 mm (sans le détecteur de précipitations)
Poids	Env. 14 kg (sans le détecteur de précipitations)
Indice de protection	IP 54

Figure 3.11 fiche techniques de l'opacimètre... [7]

La figure 3.12 représente un opacimètre (visic 610)



Figure 3.12 opacimètre visic 610...[7]

3.4.3 Anémomètre (vm4000)

L'anémomètre présente : 1 sortie analogique, pour mesure du vent 4-20mA équivaut [-10, +10]m/s

1 sortie contact sec pour le défaut,

1 sortie contact sec pour le sens du vent.

L'anémomètre présent les caractéristiques techniques suivantes :...

Measuring parameters		
Measuring principle:	Ultrasonic transit time measurement	
Measuring values:	Air velocity, flow direction, temperature 1)	
Measuring ranges:	-20 m/s ... +20 m/s 2)	
Accuracy:	<ul style="list-style-type: none"> ● <5 m/s: ±0.1 m/s ● ≥ 5 m/s: ±2 % 	
Ambient conditions		
Operating temperature:	-30 ... +60 °C	
Storage temperature:	-30 ... +60 °C	
Humidity:	max. 95 %	
Signals and interfaces	VM400S-AL	VM400E-AL
Analog output:	1 output: 4 ... 20 mA, max. load 750 Ω; electrically isolated	
Digital outputs:	2 relays: 48 V, 0.5 A; normally open contacts	
Interface:	RS232 (service)	<ul style="list-style-type: none"> ● RS232 (service) ● Ethernet
Bus protocol		<ul style="list-style-type: none"> ● Message (ASCII) ● SOPAS

Figure 3.13 fiche technique de l'anémomètre... [8]

La figure suivante illustre l'anémomètre (vm4000)



Figure 3.14 anémomètre (vm 4000)...[8]

3.4.4 ventilateur

Les caractéristiques des accélérateurs installés en tunnels sont les suivantes :

- ✓ Diamètre de la roue (de l'ordre de):1200 mm
- ✓ Poussée unitaire en champ libre en sens direct : 1165 N (pour $r = 1,2 \text{ kg/m}^3$)
- ✓ Poussée unitaire en sens inverse : 1050 N (réversible 90% minimum)
- ✓ Vitesse d'éjection:32.2 m/s en sens direct
- ✓ Puissance moteur : environ 30 kW
- ✓ Alimentation : 400 V, 50 Hz triphasé
- ✓ Fixation en voûte du tunnel

La protection du moteur est faite à travers un capteur de vibration et une sonde de température PT100....[9]

3.4.5 Démarreur ATS 48

Le choix de l'ATS s'est fait selon :

- Le type d'alimentation (mono ou triphasé, 380 ou 220 Vac),
- La puissance et le courant nominal du ventilateur, (dans ce cas 30kW),
- Le type d'environnement (qualité de l'énergie électrique).

De ce fait le choix s'est porté sur le modèle ATS48D62Q dont la fiche technique est en page suivante.

ATS48D62Q

soft starter for asynchronous motor - ATS48 - 57 A -
230..415 V - 11..55 KW



Main

Range of product	Altstart 48
Product or component type	Soft starter
Product destination	Asynchronous motors
Product specific application	Pumping and ventilation machine Severe and standard applications
Device short name	ATS48
[Ue] rated supply voltage	230...415 V (- 15... 10 %)
Motor power kW	55 kW at 400 V (connection to the motor delta terminals) for standard applications 11 kW at 230 V (connection in the motor supply line) for severe applications 15 kW at 230 V (connection in the motor supply line) for standard applications 22 kW at 230 V (connection to the motor delta terminals) for severe applications 22 kW at 400 V (connection in the motor supply line) for severe applications 30 kW at 230 V (connection to the motor delta terminals) for standard applications 30 kW at 400 V (connection in the motor supply line) for standard applications 45 kW at 400 V (connection to the motor delta terminals) for severe applications
Power dissipation in W	For severe applications 153 W For severe applications 153 W For standard applications 201 W
Utilisation category	AC-53A
Type of start	Start with torque control (current limited to 5 In)
ICL starter rating	62 A (connection in the motor supply line) for standard applications 107 A (connection to the motor delta terminals) for standard applications 107 A (connection to the motor delta terminals) for standard applications 47 A (connection in the motor supply line) for severe applications 81 A (connection to the motor delta terminals) for severe applications
IP degree of protection	IP20

Complementary

Assembly style	With heat sink
Function available	External bypass (optional)
Supply voltage limits	195...456 V
Supply frequency	50...60 Hz (- 5...5 %)
Network frequency	47.5...63 Hz
Device connection	in the motor supply line To the motor delta terminals
Factory setting current	57 A
Control circuit voltage	220 - 15 % to 415 + 10 %, 50/60 Hz
Control circuit consumption	30 W
Discrete output number	2
Discrete output type	(LO1) logic output 0 V common configurable (LO2) logic output 0 V common configurable (R1) relay outputs fault relay NO (R2) relay outputs end of starting relay NO (R3) relay outputs motor powered NO

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Figure 3.15 fiche technique démarreur ATS48...[10]

3.5 Edition de la liste d'entrée/sortie

3.5.1 Liste d'entrée/sortie par équipement

Equipement	Signal	DI	DO	AI	AO
accélérateur	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
	DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
	DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
	SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
	SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
	MARCHE SENS DIRECT	1			
	MARCHE SENS INVERSE	1			
	CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
	MOTEUR ALIMENTE	1			
	MOTEUR DEMARRE	1			
	LOCAL/DISTANT	1			
	capteur vibration	1			
	capteur PTC	1			
	COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
	COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
	COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
	COMMANDE ARRET		1		
	COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ATS48	défaut démarreur	1			
	fin de démarrage	1			
	moteur alimenté	1			
opacimètre	VISIBILITE			1	
anémomètre	mesure du vent			1	
	Défaut	1			
	sens du vent	1			
capteur NO	mesure NO			1	
capteur CO	mesure CO			1	

Tableau 3.1 liste d'E/S par équipement

3.5.2 Liste d'entrée/sortie par emplacement

a NSN101

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour la NSN101

Equipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
Opacimètre	NSN101-CFA-TU1-MES-OPA	VISIBILITE			1	
Anémomètre	NSN101-CFA-TU1-MES-ANE	mesure du vent			1	
		Défaut	1			
		sens du vent	1			
capteur NO	NSN101-CFA-TU1-MES-CAPT-NO	mesure NO			1	
capteur CO	NSN101-CFA-TU1-MES-CAPT-CO	mesure CO			1	
capteur PTC VL	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF-0617-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF-0617-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF-0617-3-TEMP	mesure température	1			
capteur vibration VL	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF-0617-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF-0617-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF-0617-1-VIBR	mesure vibration	1			
	total		8	0	4	0

Tableau 3.2 liste d'E/S NSN101

b NSN102

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour la NSN102

Equipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
capteur PTC VL	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0497-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0497-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0497-3-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VL	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0377-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0377-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0377-3-TEMP	mesure température	1			
capteur vibration VL	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0497-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0497-2-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0497-3-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VL	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0377-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0377-2-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF-0377-3-VIBR	mesure vibration	1			
	total		12	0	0	0

Tableau 3.3 liste d'E/S NSN102

c NSN103

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour la NSN103

Equipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
capteur PTC VL	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0257-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0257-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0257-3-TEMP	mesure température	1			
capteur vibration VL	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0257-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0257-2-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0257-3-VIBR	mesure vibration	1			
	total		6	0	0	0

Tableau 3.4 liste d'E/S NSN103

d NSN104

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour la NSN104

Equipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
Opacimètre	NSN104-CFA-TU1-MES-OPA	VISIBILITE			1	
anémomètre	NSN104-CFA-TU1-MES-ANE	mesure du vent			1	
		défaut	1			
		sens du vent	1			
capteur NO	NSN104-CFA-TU1-MES-CAPT-NO	mesure NO			1	
capteur CO	NSN104-CFA-TU1-MES-CAPT-CO	mesure CO			1	
capteur PTC VL	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0137-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0137-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0137-3-TEMP	mesure température	1			
capteur vibration VL	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0137-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0137-2-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF-0137-3-VIBR	mesure vibration	1			
	total		8	0	4	0

Tableau 3.5 liste d'E/S NSN 104

e NSS101

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour la NSS101

Equipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
Opacimètre	NSS101-CFA-TU1-MES-OPA	VISIBILITE			1	
Anémomètre	NSS101-CFA-TU1-MES-ANE	mesure du vent			1	
		Défaut	1			
		sens du vent	1			
capteur NO	NSS101-CFA-TU1-MES-CAPT-NO	mesure NO			1	
capteur CO	NSS101-CFA-TU1-MES-CAPT-CO	mesure CO			1	
capteur PTC VL	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF-0118-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF-0118-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF-0118-3-TEMP	mesure température	1			
capteur vibration VL	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF-0118-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF-0118-2-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF-0118-3-VIBR	mesure vibration	1			
	total		8	0	4	0

Tableau 1.6 liste d'E/S NSS101

f NSN102

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour la NSN102

équipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
capteur PTC VL	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0236-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0236-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0236-3-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VL	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0354-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0354-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0354-3-TEMP	mesure température	1			
capteur vibration VL	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0236-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0236-2-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0236-3-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VL	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0354-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0354-2-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF-0354-3-VIBR	mesure vibration	1			
total			12	0	0	0

Tableau 3.7 liste d'E/S NSS102

g NSS103

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour la NSS103

équipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
capteur PTC VL	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0472-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0472-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0472-3-TEMP	mesure température	1			
capteur vibration VL	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0472-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0472-2-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0472-3-VIBR	mesure vibration	1			
total			6	0	0	0

Tableau 3.8 liste d'E/S NSS 103

h NSS104

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour la NSS104

équipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
opacimètre	NSS104-CFA-TU1-MES-OPA	VISIBILITE			1	
anémomètre	NSS104-CFA-TU1-MES-ANE	mesure du vent			1	
		Défaut	1			
		sens du vent	1			
capteur NO	NSS104-CFA-TU1-MES-CAPT-NO	mesure NO			1	
capteur CO	NSS104-CFA-TU1-MES-CAPT-CO	mesure CO			1	
capteur PTC VL	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0590-1-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VM	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0590-2-TEMP	mesure température	1			
capteur PTC VR	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0590-3-TEMP	mesure température	1			
capteur vibration VL	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0590-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VM	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0590-1-VIBR	mesure vibration	1			
capteur vibration VR	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF-0590-1-VIBR	mesure vibration	1			
	total		8	0	4	0

Tableau 3.9 liste d'E/S NSS 104

i TGBT NORD

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée /sortie pour le TGBT NORD

équipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
ACCELERATEUR VL POUTRE1 tube N	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF- 0617-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
COMMANDE ARRET		1				
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VM POUTRE1 tube N	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF- 0617-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
COMMANDE ARRET		1				
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
		DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES	1			

ACCELERATEUR VR POUTRE1 tube N	NSN101-CFA-TU1-ACC-INF- 0617-3	FUSIBLES				
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VL POUTRE 2 tube N	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF- 0497-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1				
COMMANDE ARRET		1				
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VM POUTRE 2 tube N	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF- 0497-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
DEFAUT DEMARREUR	1					

		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHÉ		1		
		COMMANDE MARCHÉ SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHÉ SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRÊT		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAULTS		1		
ACCELERATEUR VR POUTRE 2 tube N	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF- 0497-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAULT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHÉ SENS DIRECT	1			
		MARCHÉ SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMÉNTÉ	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAULT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHÉ		1		
		COMMANDE MARCHÉ SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHÉ SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRÊT		1		
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAULTS		1				
ACCELERATEUR VL POUTRE3 tube N	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF- 0377-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAULT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHÉ SENS DIRECT	1			
		MARCHÉ SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMÉNTÉ	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAULT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHÉ		1		
		COMMANDE MARCHÉ SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHÉ SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRÊT		1		
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAULTS		1				
ACCELERATEUR VM POUTRE3 tube N	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF- 0377-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			

		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEF AUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VR POUTRE3 tube N	NSN102-CFA-TU1-ACC-INF- 0377-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEF AUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
COMMANDE ARRET		1				
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VL POUTRE4 tube N	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF- 0257-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEF AUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			

		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAULTS		1		
ACCELERATEUR VM POUTRE 4 tube N	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF- 0257-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
COMMANDE ARRET		1				
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAULTS		1		
ACCELERATEUR VR POUTRE 4 tube N	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF- 0257-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
COMMANDE ARRET		1				
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAULTS		1		
		DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			

ACCELERATEUR VL POUTRE 5 tube N	NSN103-CFA-TU1-ACC-INF- 0137-1	DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEF AUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VM POUTRE 5 tube N	NSN104-CFA-TU1-ACC-INF- 0137-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEF AUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
COMMANDE ARRET		1				
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VR POUTRE 5 tube N	NSN104-CFA-TU1-ACC-INF- 0137-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEF AUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			

	MOTEUR DEMARRE	1			
	DEFAUT DEMARREUR	1			
	LOCAL/DISTANT	1			
	COMMANDE AUTORISATION MARCHÉ		1		
	COMMANDE MARCHÉ SENS DIRECT		1		
	COMMANDE MARCHÉ SENS INVERSE		1		
	COMMANDE ARRÊT		1		
	COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
	total	180	75	0	0

Tableau 3.10 LISTE D'E/S TGBT NORD

j TGBT SUD

Le tableau ci-dessous représente la liste d'entrée/sortie pour TGBT SUD

équipement	Code	Signal	DI	DO	AI	AO
ACCELERATEUR VL POUTRE 1 TUBE S	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF- 0118-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VM POUTRE1 tube S	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF- 0118-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VR POUTRE1 tube S	NSS101-CFA-TU1-ACC-INF- 0118-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			

		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VL POUTRE2 tube S	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF- 0236-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1				
COMMANDE ARRET		1				
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VM POUTRE2 tube S	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF- 0236-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		

		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VR POUTRE2 tube S	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF- 0236-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VL POUTRE3 tube S	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF- 0354-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VM POUTRE3 tube S	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF- 0354-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			

		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VR POUTRE3 tube S	NSS102-CFA-TU1-ACC-INF- 0354-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
COMMANDE ARRET		1				
COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1				
ACCELERATEUR VL POUTRE4 tube S	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF- 0472-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		

		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VM POUTRE4 tube S	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF- 0472-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VR POUTRE4 tube S	NSS103-CFA-TU1-ACC-INF- 0472-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VL POUTRES tube S	NSS104-CFA-TU1-ACC-INF- 0590-1	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			

		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRET		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DEFAUTS		1		
ACCELERATEUR VL POUTRES tube S	NSS104-CFA-TU1-ACC-INF- 0590-2	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
		COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1		
		COMMANDE MARCHE SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHE SENS INVERSE		1		
ACCELERATEUR VL POUTRES tube S	NSS104-CFA-TU1-ACC-INF- 0590-3	DISJONCTEUR D'ALIMENTATION DEMARREUR NORMAL / DECLENCHE	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE OUVERT/FERME	1			
		DISJONCTEUR DE LIGNE NORMAL / DECLENCHE	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE DEFAUT FUSION DES FUSIBLES	1			
		SECTIONNEUR DE LIGNE SIGN. PRECOUPURE/ O I	1			
		MARCHE SENS DIRECT	1			
		MARCHE SENS INVERSE	1			
		CONTACTEUR DE BY-PASS	1			
		MOTEUR ALIMENTE	1			
		MOTEUR DEMARRE	1			
		DEFAUT DEMARREUR	1			
		LOCAL/DISTANT	1			
				COMMANDE AUTORISATION MARCHE		1

		COMMANDE MARCHÉ SENS DIRECT		1		
		COMMANDE MARCHÉ SENS INVERSE		1		
		COMMANDE ARRÊT		1		
		COMMANDE ACQUITTEMENT DÉFAUTS		1		
	total		180	75	0	0

Tableau 3.11 LISTE D'E/S TGBT SUD

3.6 Configuration matérielle

Toutes les stations d'entrée/sorties déportées représentées ci-dessous sont gérées par des CPU de type PRA0100, leur spécification techniques est décrite dans la figure suivante :

Module périphérique pour E/S décentralisées

SPECIFICATIONS	
- Emplacement de carte mémoire	
- 1 port de communication : Ethernet	
E/S TOR	1024
E/S analogique	256
Voies métiers	4
Connexions réseau	3



Figure 3.16 fiches technique CPU PRA0100

Une réserve de 20 % est envisagée pour les Racks, les alimentations et les modules d'E/S.

3.6.1 TGBT NORD, TGBT SUD

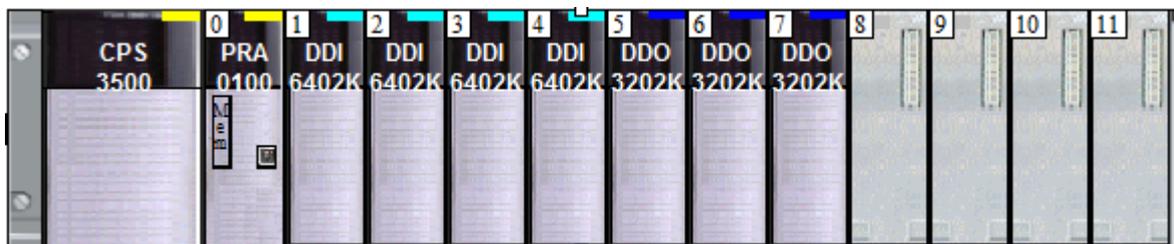


Figure 3.17 Rack TGBT NORD / TGBT SUD

Les TGBT NORD et SUD contiennent tous deux des stations d'entrée/sortie comprenant 4 modules (DDI6402k) de 64 entrées, dont la description technique est illustrée dans la figure suivante :

64 entrées sink isolées 24 VCC avec 2 connecteurs FCN

SPECIFICATIONS	
Tension	24 Vcc
Modularité	64 voies isolées
Entrées isolées	
Conformité IEC 61131-2	Aucun type
Logique	Positive
Compatibilité du capteur de proximité	Voir publication technique

Figure 3.18 fiche technique module d'entrée DDI 6402K

Les racks contiennent aussi 3 modules de 32 sorties numériques, dont la description technique est représentée dans la figure suivante :

32 sorties source statiques protégées 24 VCC 0,1 A, avec 1 connecteur FCN

SPECIFICATIONS	
Tension	Transistor 24 Vcc
Current	0,1 A par voie
Modularité	32 voies protégées
Repli des sorties hautes	Peut être configuré
Conformité IEC 61131-2	Oui
Protection	Protégé
Logique	Positive

Figure 3.19 fiche technique module DDO 3202K

On considère une réserve de 20 % pour chacun des modules, ces derniers sont placés sur un Rack de 12 positions et sont alimentés par une alimentation AC haute puissance (cps 3500).

3.6.2 NSN101, NSS101

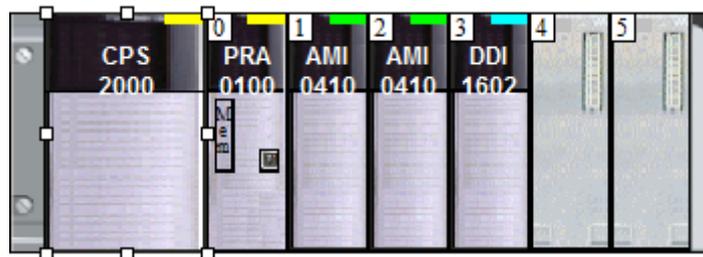


Figure 3.20 rack NSN101, NSS101

Les NSN101 et NSS101 contiennent tous deux un Rack à 6 position sur lesquelles sont placée une alimentation (cps2000), une CPU PRA0100, 2 modules d'entrée analogiques à 4 voies (AMI 0410), dont la description technique est représentée dans la figure suivante :

4 entrées analogiques hautes isolées

Type d'E/S	Entrées hautes rapides
Type	Multiplage (tension et courant)
Plage	±10 V, 0..10 V, 0..5 V, 0..20 mA, 1..5 V, 4..20 mA, ±5 V, ±20 mA
Modularité	4 voies
Isolément	
Entre les voies	±300 Vcc
Entre le bus et les voies	1400 Vcc
Entre les voies et la terre	1400 Vcc
Temps de lecture	5 ms (scrutation normale) 1 ms + 1 ms x nb voies utilisées (scrutation rapide)
Temps de réponse	Filtrage défini par l'utilisateur de 0 à 0,64 s
Résolution	>=16 bits

Figure 3.21 fiche technique module AMI 0410

Les racks contiennent aussi tous deux un module d'entrée numériques à 16 voie, caractérisé comme suit :

16 entrées sink isolées 24 VCC

SPECIFICATIONS	
Tension	24 VCC
Modularité	16 voies isolées
Entrées isolées	
Conformité IEC 61131-2	Type 3
Logique	Positive
Compatibilité du capteur de proximité	2 fils CC, 3 fils PNP CC, tout type, IEC947-5-2

Figure 3.22 fiche technique module DDI 1602K

3.6.3 NSN102, NSS102

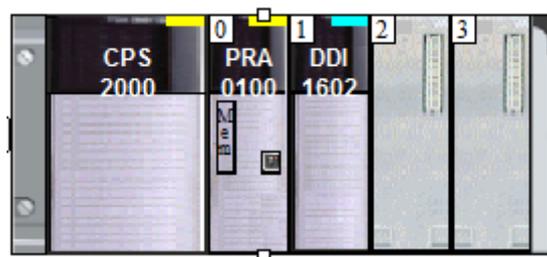


Figure 3.23 rack NSN102 ,NSS102

La NSN102, et NSS102 contiennent tous deux un Rack à 4 position contenant une alimentation (cps2000), une CPU PRA0100, et un module d'entrée numérique à 16 voies.

3.6.4 NSN103, NSS103

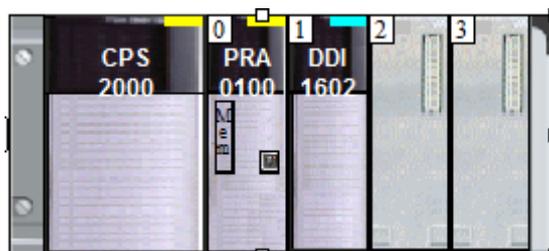


Figure 3.24 rack NSN103 ,NSS103

La NSN103, et NSS103 contiennent tous deux un Rack à 4 positions contenant une alimentation (cps2000), une CPU PRA0100, et un module d'entrée numérique à 16 voies (DDI 1602k).

3.6.5 NSN104, NSS104

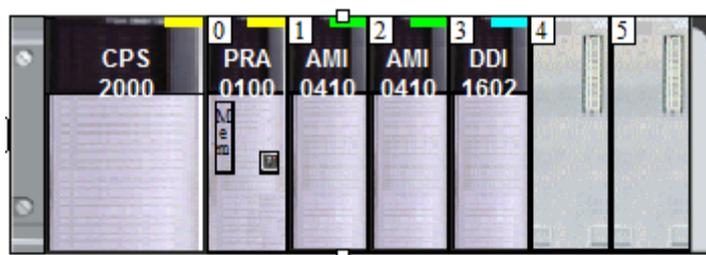


Figure 3.25 RACK NSN104, NSS104

LES NSN104 et NSS104 contiennent tous deux un Rack à 6 position sur lesquelles sont placée une alimentation (cps2000), une CPU PRA 0100, 2 modules d'entrée analogiques à 4 voies (AMI 0410), et un module d'entrée numériques à 16 voies (DDI 1602K).

3.7 Analyse fonctionnelle

3.7.1 Recensement des équipements

Le système de ventilation du tunnel routier T1 est constitué de :

- 15 accélérateurs par tube, regroupés en 5 batteries, c'est-à-dire 5 cantons.
- 2 sections de mesures par tube englobant :
 - ✓ 1 capteur NO
 - ✓ 1 capteur CO
 - ✓ 1 anémomètre
 - ✓ 1 opacimètre.

3.7.2 Mode de fonctionnement des accélérateurs

Pour la gestion des accélérateurs, on recense 3 modes de fonctionnement, comme suit :

a *Mode local*

Le mode local est déterminé à partir de la position du commutateur sur mode local.

3 commandes locales par appui sur bouton poussoir : pour la marche en sens direct (sens de circulation du tube), marche en sens inverse (sens opposé au sens de circulation du tube), et une commande d'arrêt.

b *Mode distant*

Il est déterminé à partir de la position du commutateur sur mode distant

3 commandes automates sont élaborées à partir des sorties automates : une commande automate pour la marche en sens direct, une commande automate pour la marche en sens inverse, et une commande automate pour l'arrêt. On y distingue deux modes :

- Mode manuel distant : le mode manuel distant permet le pilotage des équipements à distance par l'opérateur depuis le poste de supervision.
- Mode automatique distant : C'est le mode de marche distant par défaut. L'exploitation en mode automatique d'un système n'est pas en mode local. Dans ce mode de marche les scénarios sont générés soit par le système de supervision soit par les Automatismes.

c Commandabilité

Un ventilateur peut être commandable, s'il n'est pas inhibé depuis le poste de supervision et s'il n'est pas en défaut, c'est-à-dire que si les défauts cités ci-dessous ne sont pas détectés :

- ✓ Défaut démarreur
- ✓ Défaut disjoncteur de ligne
- ✓ Défaut alimentation ATS48
- ✓ Défaut fusion fusibles.

d Disponibilité

Pour l'automate un accélérateur sera disponible :

- ✓ Si le commutateur local est sur DISTANT.
- ✓ s'il n'est pas en défaut.
- ✓ S'il n'a pas effectué plus de 6 démarrages en une heure
- ✓ S'il n'a pas été exclu par l'opérateur

On force l'arrêt d'un ventilateur dans le cas où il y a apparition d'un défaut de température ou de vibration.

3.7.3 Mode automatique

En mode automatique, il existe 2 régimes de ventilation :

- ✓ La ventilation hygiénique.
- ✓ La ventilation de désenfumage.

Dans ces deux régimes il y'a deux fonctionnement possibles soit en monodirectionnel, soit en bidirectionnel.

En exploitation normal, les tubes sont en régime hygiénique, dans ce mode, l'automate prend en charge la mise en route et l'extinction des ventilateurs, l'opérateur n'intervient pas dans ce fonctionnement, il doit simplement visualiser les éventuels défauts sur ces équipements.

En cas d'incendie, l'opérateur prend la main en passant en régime de désenfumage, cette ventilation appelée ventilation de désenfumage correspond au scénario incendie.

Ce régime est exécuté par l'opérateur par appui sur le bouton incendie correspondant au tube voulu.

L'opérateur peut par la suite :

- ✓ Soit repasser en mode automatique et en régime hygiénique et voir que les accélérateurs s'arrêtent progressivement après l'exécution d'un cycle.
- ✓ Soit arrêter les accélérateurs par action manuel sur chaque circuit.

- Choix d'un accélérateur à enclencher :

Les accélérateurs sont enclenchés au fur et à mesure des besoins, en permutation circulaire afin d'équilibrer leur temps de marche.

Une liste de 15 accélérateurs pour les tubes de T1 est préétablie, alternant les accélérateurs de la zone d'entrée et de la zone de sortie du tube.

Exemple pour un tube du T1 :

01	15	02	14	03	13	04	12	05	11	06	10	07	09	08
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Quel que soit le régime et après demande de mise en marche d'un accélérateur un pointeur se déplace sur cette liste et met en marche le premier accélérateur disponible (accélérateur 1), après une deuxième demande de mise en marche l'accélérateur qui suit est enclenché (accélérateur 15), si celui-ci est disponible, sinon on allumera le suivant, et le pointeur se déplacera sur l'accélérateur qu'on vient de démarrer.

Un cadencement de 15 s non paramétrable est utilisé pour le démarrage successif de 2 accélérateurs.

- Choix d'un accélérateur à arrêter :

Pour l'arrêt on utilise la même permutation circulaire avec les mêmes règles que pour la mise en marche des accélérateurs (on déplace le pointeur sur l'accélérateur qu'on vient d'éteindre).

- Temporisation pour changement de sens :

Lors d'une commande de marche en sens inverse, l'automate envoie la commande d'arrêt de l'accélérateur puis après une temporisation non paramétrable, l'automate envoie la commande de marche en sens inverse.

Un accélérateur arrêté puis redémarré dans le dernier sens mémorisé, redémarre sans temporisation de changement de sens.

- Changement de régime :

Une temporisation permet de scruter l'algorithme de ventilation hygiénique chaque 10 minutes afin de ne pas effectuer plus de 6 démarrages en 1 heure, pour garder la disponibilité de l'accélérateur.

3.7.4 Ventilation hygiénique monodirectionnelle

Le principe de la ventilation hygiénique consiste à assurer un renouvellement d'air du tunnel suffisant pour maintenir la qualité de l'air en dessous des seuils réglementaires. Les indicateurs de pollution sont le monoxyde de carbone CO, le monoxyde d'azote NO, et l'opacité.

Pour assurer un renouvellement d'air, on fait entrer de l'air neuf par la tête amont du tunnel, cet air balaye le tunnel et ressort par la tête aval. Lorsque la circulation est fluide, l'effet de pistonement des véhicules est suffisant pour maintenir un renouvellement d'air satisfaisant, en cas de dépassement des seuils de polluants lié à une congestion de trafic par exemple, les accélérateurs en tunnel, asservis à des capteurs (CO, NO, OPACIMETRE), démarrent en nombre suffisant pour maintenir un renouvellement d'air satisfaisant.

En ventilation monodirectionnelle (en exploitation normal), les accélérateurs doivent souffler dans le sens de circulation.

Ce régime est géré par l'algorithme suivant :

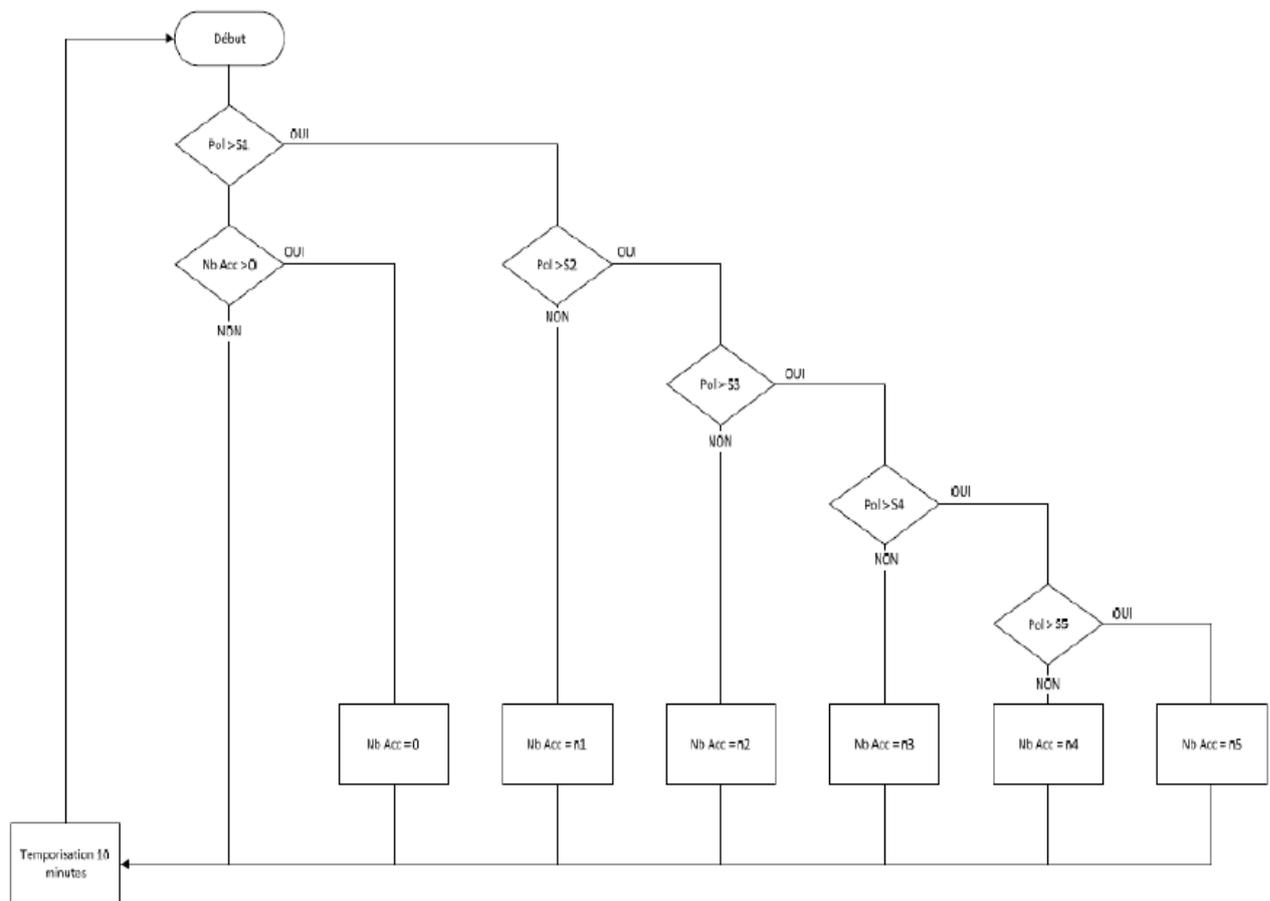


Figure 3.26 algorithme de gestion de la ventilation hygiénique monodirectionnelle

Le nombre d'accélérateurs mis en service dépend des seuils de polluant.

- ✓ Si S1 atteint, on actionne N1 accélérateurs
- ✓ Si S2 atteint, on actionne N2 accélérateurs
- ✓ Si S3 atteint, on actionne N3 accélérateurs
- ✓ Si S4 atteint, on actionne N4 accélérateurs
- ✓ Si S5 atteint, on actionne N5 accélérateurs

S1, S2, S3, S4 et S5 sont cinq seuils de pollution paramétrables pour NO, CO et l'opacité.

Les valeurs retenues pour NO, CO et l'opacité sont les plus grandes des valeurs des différents capteurs du tube et sont calculées comme moyenne glissante sur 5 minutes à l'instant de la scrutation.

La variable Pol (pollution) correspond à la valeur la plus contraignante des trois.

On considère que $Pol > S_x$ est vraie, si une des trois valeurs (NO, CO ou Opa) dépasse le seuil.

Les valeurs de N1, N2, N3, N4 et N5 indiquées ci-dessus correspondent au nombre d'accélérateurs à mettre en fonctionnement et sont paramétrables.

La scrutation des mesures NO, CO et opacité s'effectue toutes les 10 minutes. Cette temporisation n'est pas paramétrable et permet de ne pas dépasser le nombre limite de 6 démarrage/heure.

3.7.5 Ventilation hygiénique bidirectionnelle

En cas de circulation bidirectionnelle (exploitation en cas de fermeture de tube pour maintenance) : on se réfère à la valeur de l'anémomètre qui nous déterminera le sens prédominant du vent afin de savoir dans quel sens les accélérateurs doivent insuffler de l'air. Ceci en calculant la moyenne V des valeurs données par les anémomètres du tube v1 et v2.

Pour le tunnel T1 :
$$V = \frac{v1+v2}{2}$$

Ce régime est géré par l'algorithme suivant :

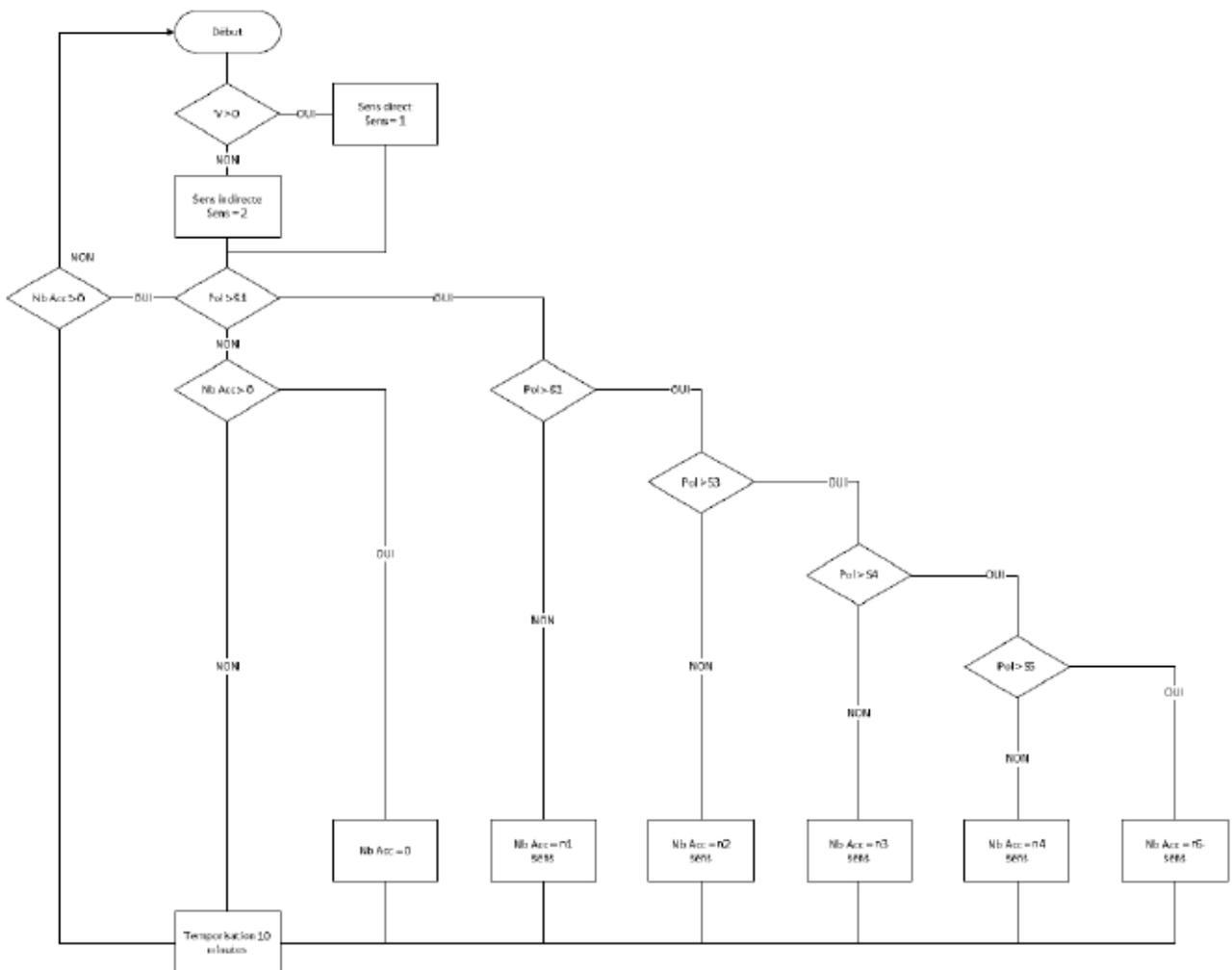


Figure 3.27 algorithme de gestion de la ventilation hygiénique bidirectionnelle

Le sens de soufflage correspond au sens normal de circulation du tube (sens 1) si la moyenne est positive, et au sens inverse (sens 2) si la moyenne est négative.

De la même manière que celle de la ventilation monodirectionnelle, les accélérateurs seront activés.

3.7.6 Ventilation de désenfumage monodirectionnelle

Pour la ventilation de désenfumage en exploitation monodirectionnelle le principe consiste à pousser les fumées jusqu'à la tête de sortie en assurant une vitesse d'air au moins égale à 4 m/s, ceci en localisant l'emplacement de l'incendie à travers le système DI (détection incendie) ou la DAI (Détection Automatique d'Incident), la GTC fait correspondre cette localisation à un canton, Ce canton est indiqué en présélection sur l'IHM ventilation, l'opérateur peut modifier les cantons comme il le désire, Cette présélection fait apparaître un symbole feu dans le ou les cantons sélectionnés, une fois le choix des cantons fait l'automate met en marche 12 accélérateurs, en premier lieu hors canton sélectionné.

Au bout d'un temps de scrutation supérieur à 180s, la GTC fait la moyenne instantanée V de la moyenne des valeurs des anémomètres du tube, si cette vitesse est inférieure à 4 m/s, on met en marche un accélérateur supplémentaire de la 5ème batterie selon le principe de marche décrit dans le §3.7.3.

Notons que la batterie d'entrée du tube sain doit souffler en sens inverse pour éviter l'intrusion des fumées dégagées par le tube incendié.

Ce régime est géré par l'algorithme suivant :

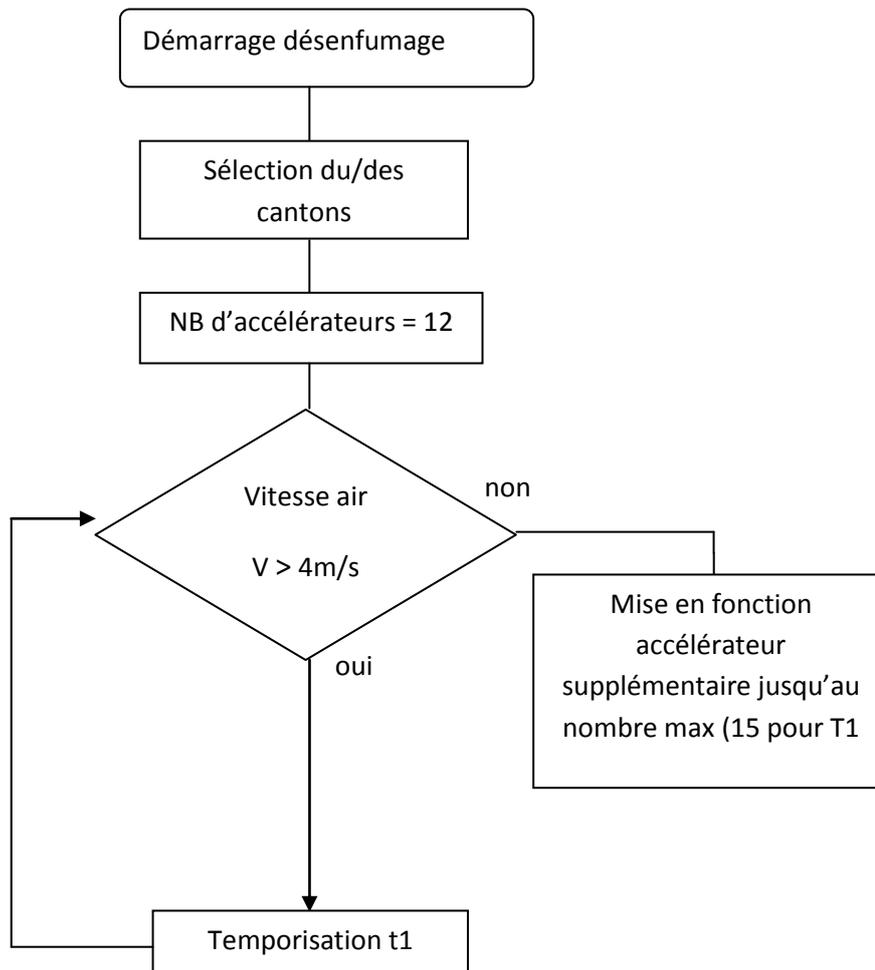


Figure 3.28 algorithme de gestion de la ventilation désenfumage monodirectionnelle

Action opérateur

Lors d'une détection d'incendie des alarmes sont remontées par le système GTC, l'opérateur devra cliquer sur le bouton incendie du tube concerné, une fenêtre pop-up s'ouvre pour déterminer :

- ✓ Canton incendié

En cliquant sur « valider » le scénario incendie démarre.

Pour sortir du régime désenfumage, on doit passer en mode manuel.

3.7.7 Ventilation de désenfumage bidirectionnelle

Dans le cas particulier et exceptionnel d'une circulation bidirectionnelle, lors de la détection de l'incendie et par appui sur bouton incendie d'un tube incendié en circulation bidirectionnelle, cela enclenche la phase 1 du scénario incendie bidirectionnel, dans cette phase tous les accélérateurs sont mis à l'arrêt afin de ne pas envoyer les fumées dans le sens des automobilistes déjà engagés dans le tunnel et qui se retrouvent dans un trafic congestionné, et un bouton phase 2 apparaît sur le synoptique ventilation de la supervision ainsi que le découpage en canton comme dans le mode désenfumage monodirectionnel.

Le lancement de la phase 2 s'effectue par appui sur le bouton correspondant, un pop-up s'ouvre demandant le sens de soufflage, une fois le sens choisi, tous les accélérateurs du tube sont mis en service.

La supervision ne considère pas les défauts de température et de vibration durant le mode incendie, de même la batterie d'entrée du tube sain doit souffler en sens inverse pour effectuer l'anti-recyclage des fumées dégagées par le tube incendié.

Action opérateur

En plus du choix du canton, l'opérateur détermine le sens de soufflage par rapport au sens du vent prédominant sur la base de la moyenne donnée par les anémomètres.

L'opérateur déclenche la phase 2. Pour cela sur le bouton « Phase 2 » et la fenêtre pop-up de phase 2 apparaît et l'opérateur valide le mode de circulation, le canton incendié, et le sens de circulation

3.8 Gestion des capteurs (NO, CO, Opacimètre)

Comme expliqué précédemment les seuils de pollution sont paramétrables. Ils peuvent donc être modifiés à tout moment par une personne ayant les droits d'accès suffisants. Cependant pour ce type de tunnel, il est préconisé :

Seuil	CO (en ppm)	NO _x (en ppm)	OPA (en m ⁻¹)
S1	50	0.4	0.005
S2	80	0.5	0.006
S3	110	0.6	0.007
S4	140	0.7	0.008
S5	150	0.8	0.009

Figure 3.29 seuils paramétrables pour les capteurs... [5]

3.8.1 Ecran paramétrage

L'écran paramétrages permet de saisir les paramètres de réglage du fonctionnement.

L'écran de paramétrages est accessible dans le synoptique métier par l'intermédiaire des onglets de navigation latéraux.

Les paramètres de réglage pour la ventilation sanitaire sont :

- ✓ Seuils opacité
- ✓ Seuils CO
- ✓ Seuils NO
- ✓ Nb Accélérateurs

Les paramètres de réglages des capteurs :

- Surveillance de défauts
- Echelles des capteurs

- Les paramètres de réglage pour les algorithmes de gestion de la ventilation :

- Durée d'intégration
- Période de scrutation

La figure suivante présente un exemple d'écran paramètres ventilation :

TUNNEL TU1							
Capteur CO:		Capteur OP:		Capteur NO:		Ventilateurs pour activer:	
Seuil 1	4,0 ppm	Seuil 1	5,0 1/m	Seuil 1	3,0 ppm	Nbr 1	1
Seuil 2	8,0 ppm	Seuil 2	10,0 1/m	Seuil 2	6,0 ppm	Nbr 2	3
Seuil 3	16,0 ppm	Seuil 3	20,0 1/m	Seuil 3	12,0 ppm	Nbr 3	4
Seuil 4	24,0 ppm	Seuil 4	30,0 1/m	Seuil 4	18,0 ppm	Nbr 4	6
Seuil 5	40,0 ppm	Seuil 5	50,0 1/m	Seuil 5	30,0 ppm	Nbr 5	8
Temps de calcul de la moyenne		Temps de calcul de la moyenne		Temps de calcul de la moyenne			
5 MM		5 MM		5 MM			
SURVEILLANCE DEFAUTS CAPTEURS				ECHELLE CAPTEURS			
	Variation	Durée		Minimum	Maximum		
Capteur CO:	0,1 ppm	1200 MM		0,0 ppm	300,0 ppm		
Capteur OP:	1,0 1/m	1200 MM		0,0 1/m	100,0 1/m		
Capteur NO:	0,1 ppm	1200 MM		0,0 ppm	50,0 ppm		
Capteur AN:	1,0 m/s	1200 MM		0,0 m/s	20,0 m/s		

Figure 3.30 vue d'écran de paramétrage ventilation... [capture d'écran du logiciel de supervision, installé dans le tunnel]

3.8.2 Défaut capteur NO, CO, OP, et anémomètre

Il y a trois défauts de mesure de capteur.

- ✓ Le défaut de boucle 4-20 mA ouverte.
- ✓ Le défaut mesure invalidée :
 - Si mesure du capteur en dessous du seuil mini ou au-dessus du seuil maxi du capteur (seuils non paramétrables).
 - Si l'opérateur invalide le capteur en cliquant sur sa représentation dans la supervision pour ouvrir le pop-up d'invalidation.
- ✓ Le défaut capteur est mis à 1 si pas de variation (paramètre) pendant un temps t1

Nota :

- La valeur du paramètre t1, réglable par la GTC, est comprise entre 1 et 3600 mn.
- La mise à 0 du paramètre de variation inhibe ce contrôle.

Si un capteur NO, CO ou d'opacité est en défaut, il ne reste plus qu'un capteur on utilise directement la valeur de celui-ci.

Si tous les capteurs d'un même type (soit NO, soit CO, soit Opa) sont en défaut, alors la comparaison pour le niveau de pollution s'effectue uniquement avec les deux autres types de capteurs.

Si tous les capteurs NO, CO et Opa d'un tube sont en défaut alors on arrête la ventilation du tube, dans le cas d'un fonctionnement en ventilation hygiénique.

Les défauts capteurs NO, CO et Opa, n'affecte pas le fonctionnement des régimes de désenfumage.

Si un anémomètre est en défaut, alors la GTC utilise l'autre anémomètre restant disponible pour effectuer le calcul de la vitesse d'air (valable pour la ventilation hygiénique bidirectionnelle et le désenfumage monodirectionnel).

Si tous les anémomètres d'un tube sont en défaut :

- ✓ En ventilation hygiénique bidirectionnelle, on souffle dans le sens normal de circulation (sens 1).
- ✓ En régime de désenfumage monodirectionnel, alors on met tous les accélérateurs du tube en fonction dans le sens normal de circulation (sens 1).
- ✓ En ventilation hygiénique monodirectionnelle, et en désenfumage bidirectionnel, cela n'a pas d'impact car les anémomètres ne sont pas utilisés

Chapitre 4 Mise en œuvre du programme

4.1 Introduction

Ce chapitre fait ressortir les différentes étapes nécessaires à la mise en œuvre du programme. Plusieurs objets ont été créés afin d'arriver à la solution préconisée, en premier lieu nous devons présenter le logiciel employé pour développer cette solution.

- UNITY PRO XL, c'est un atelier logiciel conçu par le groupe Schneider Electric destiné à programmer les automates Telemecanique Modicon premium, Modicon Quantum, et Modicon Atrium.
- Les fonctionnalités de notre process sont gérées par l'automate Quantum.

4.2 Structure du métier ventilation

4.2.1 Description de la vue générale

La figure suivante représente l'organigramme du métier ventilation:

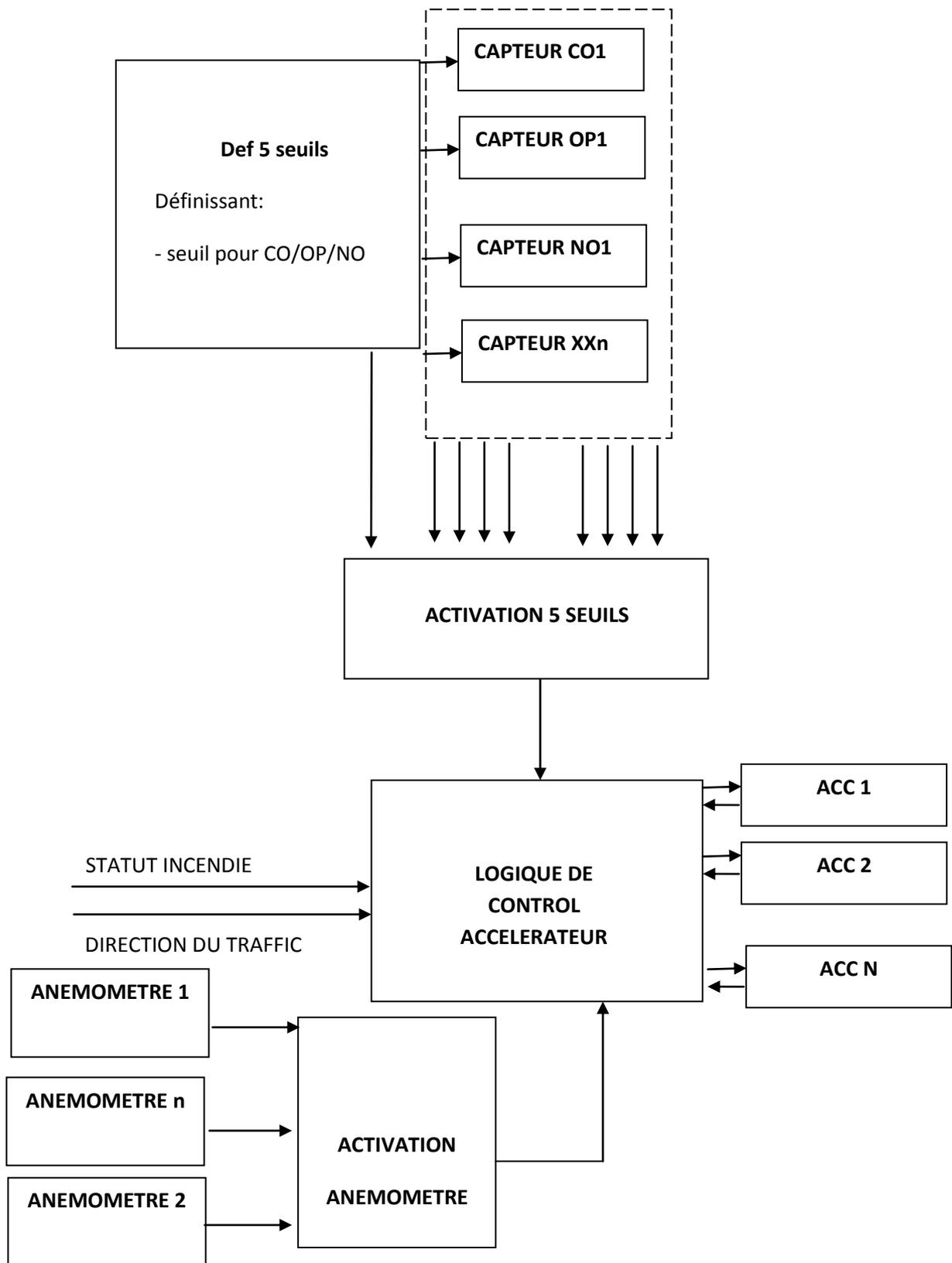


Figure 4.1 vue métier ventilation... [proposition de Schneider Electric Algérie]

Cette figure représente la gestion des équipements retenus dans notre architecture (capteur NO, CO, ANE, OP, ACC) sous forme d'objets.

L'objet « def 5 seuils » permet à l'opérateur de définir les 5 seuils paramétrables pour chaque capteur (NO, CO, OP), ainsi que le nombre d'accélérateurs à activer en fonction des seuils atteints.

L'objet « capteur NO/CO/OP » acquiert les valeurs analogiques des capteurs (NO, CO, OP) ainsi que leurs 5 seuils à partir de l'objet « def 5 seuils ».

L'objet « activation 5 seuils » fait apparaître l'état des seuils délivré par l'objet « capteur NO/CO/OPA), ainsi que le nombre des accélérateurs à mettre en service en fonctions des seuils qui leur correspondent.

L'objet « anémomètre » fait l'acquisition de la mesure analogique de l'anémomètre, ceci pour le calcul de la vitesse du vent ainsi que sa direction.

L'objet « activation anémomètre » acquiert plusieurs vitesses et directions du vent depuis les différents anémomètres situés à l'intérieur du tube, cependant pour calculer la moyenne de ces valeurs, ces dernières seront transmises à l'objet « logique de control des accélérateurs ».

L'objet « logique de control des accélérateurs » constitue la pièce maitresse du métier ventilation, car il regroupe toutes les informations à partir des différents objets cités en dessus afin de commander les accélérateurs à travers l'objet « accélérateur », qui a son tour dépend des informations de terrain et des commandes automates.

4.2.2 Rôle des blocs

a Bloc « anémomètre »

Cet objet acquiert :

Une valeur analogique pour la mesure de la vitesse du vent

L'information sur le sens du vent

L'information défaut

Il calcule la vitesse et la direction du vent pour le superviseur, ainsi qu'il lui détermine l'état du capteur.

b Bloc « activation anémomètre »

Cet objet reçoit plusieurs vitesses et directions du vent à travers les anémomètres installés dans chaque sections de mesure, la moyenne de ces valeurs est calculée afin de déterminer le sens de soufflage des accélérateurs.

c Bloc « def 5 seuils »

Cet objet permet de définir les 5 seuils paramétrables depuis la supervision, ainsi que le nombre d'accélérateurs à activer en fonction des seuils atteints.

d Bloc « capteur NO/CO/OP »

Ce bloc acquiert la valeur analogique des capteurs NO/CO/OP ainsi que les 5 seuils des capteurs (NO/CO/OPA) à travers l'objet « def 5 seuils ».

e Bloc « activation 5 seuils »

Cet objet acquiert le paramétrage des seuils à travers l'objet « capteur NO/CO/OPA », ainsi que le nombre d'accélérateurs à activer à travers les seuils de l'objet « def 5 seuils », et fait correspondre le nombre d'accélérateurs à mettre en marche pour l'objet « logique de control des accélérateurs ».

f Bloc « logique de control des accélérateurs »

Cet objet est le cœur de la gestion des accélérateurs.

Il permet de gérer les deux régimes de ventilation (hygiénique et désenfumage), les scénario incendies

Il fait aussi passer les commandes suivantes à l'objet « accélérateur » :

- ✓ Commande marche sens direct
- ✓ Commande marche sens inverse
- ✓ Commande d'arrêt

g Bloc « accélérateur »

Cet objet acquiert toutes les entrées physiques du terrain et leur état(capte NO/CO, capteur température et vibrations...), les commandes automates (cmd marche sens direct, cmd marche sens inverse, cmd d'arrêt).

Il reflète aussi l'état des accélérateurs, qui sera envoyé à l'objet « logique de control des accélérateurs ».

Ainsi est faite la gestion du métier ventilation pour le tunnel T1.

Notre travaille se limitera à la gestion et activation des seuils des capteurs ainsi qu'à la gestion de leur défauts.

4.3 Développement des capteurs

Chaque bloc décrit ci-dessous comprend différents types d'entrées/sorties, qui sont les suivants :

- **Entrées physiques** : ce sont les informations récupérées du terrain.
- **Entrées logiques API** : ce sont les informations que reçoit l'objet à travers l'API.
- **Sorties logiques API** : ce sont les informations sortant des blocs et utilisées par d'autres blocs.
- **Entrées supervision** : ce sont les informations qui sont générées à partir du poste de supervision rentrant dans le bloc.
- **Sorties supervision** : ce sont les informations qui sortent du bloc, qui se dirigent vers le poste de supervision

4.3.1 Bloc « Capteur (NO, CO, OP) »

a Entrées physiques

Item	Description	format	Notes
MEA	Mesure analogique NO/CO/OPA	La mesure peut être dans un des rangs suivant : 0-32000 0-10000 0-16000 0-20000	

Tableau 4.1 entrées physiques du bloc « capteur NO/CO/OP »

b Entrées logiques API

Item	Description	Format	Notes
SET_POINT.T1	Consigne du seuil 1	Reel 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	A partir de l'objet "def 5 seuils"
SET_POINT.T2	Consigne du Seuil 2	Reel 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	A partir de l'objet "def 5 seuils"
SET_POINT.T3	Consigne Seuil 3	Reel 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	A partir de l'objet "def 5 seuils"
SET_POINT.T4	Consigne du Seuil 4	Reel 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	A partir de l'objet "def 5 seuils"
SET_POINT.T5	Consigne du Seuil 5	Reel 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	A partir de l'objet "def 5 seuils"
Mea_eval.bande	Pas de variation de la zone morte	Réel	
Mea_eval.durée	Durée de control dupas de variation de la zone morte	Entier (minutes)	
Mea_eval.min	Valeur min de la plage de mesure	Réel	
Mea_eval.max	Valeur max de la plage de mesure	Réel	

Tableau 4.2 entrées logiques API pour bloc capteur « NO/CO/OP »

c Paramètres

Item	Description	format	notes
PARAMS.SENS_TYPE	Sensor type	logique Bit 0 = 1: CO Bit 1 = 1: OP Bit 2 = 1: NO	
PARAMS.CONF_MEA	Rangs de la mesure analogique	Logique Bit 0 = 1: 0-32000 Bit 1 = 1: 0-10000 Bit 2 = 1: 0-16000 Bit 3 = 1: 0-20000	
PARAMS.FS_MEA	Valeur maximale en unité physique	Reel 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x 10 ⁻³	

Tableau 4.3 paramètres pour bloc capteur « CO/NO/OP »

d Sorties logiques API

Item	Description	Format	Notes
THR_ON_PLC	SEUIL ACTIVE	Logique Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	
MEA_PLC	Mesure en unité physique	REEL 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	

Tableau 4.4 sorties logiques API pour bloc « capteur NO/CO/OP »

e Entrées supervisions

Item	Description	Format	Notes
IN_SUP.EXCL	Exclusion du capteur	Digital 0/1 1 : exclu	
IN_SUP.SIM_SUP	Simulation	Digital 0/1 1: simulation activé	
IN_SUP.SIM_MEA	Simulation de la valeur du capteur	Réel 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	
In_sup.T1	Période paramétrable Pour le calcul de la moyenne glissante	Entier (minutes) Entre 0-10 mn	

Tableau 4.5 entrées supervision pour bloc « capteur NO/CO/OP »

f Sorties supervision

Item	Description	Format	Notes
OUT_SUP.T1	Activation du seuil 1	REEL 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	Image de SET_POINT.T1
OUT_SUP.T2	Activation du seuil 2	REEL 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	Image de SET_POINT.T2
OUT_SUP.T3	Activation du seuil 3	REEL 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	Image de SET_POINT.T3
OUT_SUP.T4	Activation du seuil 4	REEL 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	Image de SET_POINT.T4
OUT_SUP.T5	Activation du seuil 5	REEL 0 – xxx ppm/0 – xxx m ⁻¹ x10 ⁻³	Image de SET_POINT.T5
OUT_SUP.MEA	mesure	REEL 0 – xxx ppm	Image de MEA_PLC
OUT_SUP.THR_ON	Seuil activé	Logique Bit 0 = seuil 1 activé Bit 1 = seuil 2 activé Bit 2 = seuil 3 activé Bit 3 = seuil 4 activé Bit 4 = seuil 5 activé	
OUT_SUP.SENS_OK	Capteur en défaut ou exclu	Digital 0/1; 0 = défaillant/exclu, 1= OK	

Tableau 4.6 sorties supervision pour bloc « capteur NO/CO/OP »

g Fonction à programmer

L'objet doit pouvoir faire :

L'acquisition de la valeur analogique des capteurs [4,20] mA,

La mise à l'échelle de cette valeur selon les grandeurs physique mesurable du capteur,

La validation de la mesure si elle n'est pas hors plage,

Le calcul de la moyenne glissante pour la remontée vers la supervision,

La gestion de la zone morte, c'est-à-dire que s'il n'y a pas de variation Δ de la mesure pendant une durée T paramétrables depuis la supervision le défaut capteur est mis à 1,

La surveillance des défauts,

La définition des seuils de pollution activés.

4.3.2 Bloc « def 5 seuil »

a Entrées supervisions

Item	Description	Format	Notes
IN_SUP.THR_NO.T1	Activation seuil 1 pour NO	Réel 0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_NO.T2	Activation seuil 2	Réel	

	pour NO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_NO.T3	Activation seuil 3 pour NO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_NO.T4	Activation seuil 4 pour NO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_NO.T5	Activation seuil 5 pour NO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_NO.T_AVG	Durée de temps de la moyenne glissante pour capteur NO	Entier (minutes)	
IN_SUP.THR_CO.T1	Activation seuil 1 pour CO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_CO.T2	Activation seuil 2 pour CO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_CO.T3	Activation seuil 3 pour CO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_CO.T4	Activation seuil 4 pour CO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_CO.T5	Activation seuil 5 pour CO	0-xxx ppm	
IN_SUP.THR_CO.T_AVG	Durée de temps de la moyenne glissante pour capteur CO	Entier (minutes)	
IN_SUP.THR_OP.T1	Activation seuil 1 pour OPA	0 – xxx m ⁻¹ x 10 ⁻³	
IN_SUP.THR_OP.T2	Activation seuil 2 pour OPA	0 – xxx m ⁻¹ x 10 ⁻³	
IN_SUP.THR_OP.T3	Activation seuil 3 pour OPA	0 – xxx m ⁻¹ x 10 ⁻³	
IN_SUP.THR_OP.T4	Activation seuil 4 pour OPA	0 – xxx m ⁻¹ x 10 ⁻³	
IN_SUP.THR_OP.T5	Activation seuil 5 pour OPA	0 – xxx m ⁻¹ x 10 ⁻³	
IN_SUP.THR_OP.T_AVG	Durée de temps de la moyenne glissante pour capteur CO	Entier (minutes)	
IN_SUP.THR_FAN.T1.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S1 atteint	Entier	
IN_SUP.THR_FAN.T2.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S2 atteint	Entier	
IN_SUP.THR_FAN.T3.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S3 atteint	Entier	
IN_SUP.THR_FAN.T4.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S4 atteint	Entier	
IN_SUP.THR_FAN.T5.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S5 atteint	Entier	

Tableau 4.7 entrées supervision pour bloc « def 5 seuil »

b Paramètres

Item	description	format	notes
PARAMS.CO_FS_MEA	Rang de la mesure analogique du capteur CO	La mesure peut être dans un des rangs suivant 1: 0-32000 2: 0-10000 3: 0-16000 4: 0-20000	
PARAMS.OP_FS_MEA	Rang de la mesure analogique du capteur OP	La mesure peut être dans un des rangs suivant 1: 0-32000 2: 0-10000 3: 0-16000 4: 0-20000	
PARAMS.NO_FS_MEA	Rang de la mesure analogique du capteur NO	La mesure peut être dans un des rangs suivant 1: 0-32000 2: 0-10000 3: 0-16000 4: 0-20000	

Tableau 4.8 paramètres pour bloc « def 5 seuil »

c Sorties logiques API

Item	Description	Format	Notes
THR_CO_PLC.T1	Activation seuil 1 pour CO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_CO_PLC.T2	Activation seuil 2 pour CO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_CO_PLC.T3	Activation seuil 3 pour CO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_CO_PLC.T4	Activation seuil 4 pour CO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_CO_PLC.T5	Activation seuil 5 pour CO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_CO_PLC.T_AVG	Durée de temps de la moyenne glissante pour capteur CO	Entier (minutes)	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_NO_PLC.T1	Activation seuil 1 pour NO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_NO_PLC.T2	Activation seuil 2 pour NO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_NO_PLC.T3	Activation seuil 3 pour NO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)

THR_NO_PLC.T4	Activation seuil 4 pour NO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_NO_PLC.T5	Activation seuil 5 pour NO	0-xxx ppm	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_NO_PLC.T_AVG	Durée de temps de la moyenne glissante pour capteur NO	Entier (minutes)	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_OP_PLC.T1	Activation seuil 1 pour OP	Reel $0 - xxx \text{ m}^{-1} \times 10^{-3}$	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_OP_PLC.T2	Activation seuil 2 pour OP	Reel $0 - xxx \text{ m}^{-1} \times 10^{-3}$	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_OP_PLC.T3	Activation seuil 3 pour OP	Reel $0 - xxx \text{ m}^{-1} \times 10^{-3}$	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_OP_PLC.T4	Activation seuil 4 pour OP	Reel $0 - xxx \text{ m}^{-1} \times 10^{-3}$	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_OP_PLC.T5	Activation seuil 5 pour OP	Reel $0 - xxx \text{ m}^{-1} \times 10^{-3}$	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_OP_PLC.T_AVG	Durée de temps de la moyenne glissante pour capteur OP	Entier (minutes)	Pour objet capteur(NO/CO/OPA)
THR_FAN_PLC.T1.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S1 atteint	Entier	Pour objet « activation 5 seuils »
THR_FAN_PLC.T2.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S2 atteint	Entier	Pour objet « activation 5 seuils »
THR_FAN_PLC.T3.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S3 atteint	Entier	Pour objet « activation 5 seuils »
THR_FAN_PLC.T4.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si S4 atteint	Entier	Pour objet « activation 5 seuils »
THR_FAN_PLC.T5.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis si s5 atteint	Entier	Pour objet « activation 5 seuils »

Tableau 4.9 sorties logiques API pour bloc « def 5 seuil »

d Fonction à programmer

L'objet doit pouvoir faire :

L'initialisation des consignes de seuils des capteurs (NO, CO, OPA), lors d'un démarrage à froid, ou une reprise à chaud

La vérification des seuils introduit depuis la supervision

La vérification de la cohérence des seuils

4.3.3 Bloc « activation 5 seuils »

a Entrées logiques API

Item	Description	Format	Notes
THR_STAT_CO1	Seuil activé pour capteur CO1	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »

		Bit4 : seuil 5 activé	
THR_STAT_CO2	Seuil activé pour capteur CO2	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_CO3	Seuil activé pour capteur CO3	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_CO4	Seuil activé pour capteur CO4	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_NO1	Seuil activé pour capteur NO1	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_NO2	Seuil activé pour capteur NO2	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_NO3	Seuil activé pour capteur NO3	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_NO4	Seuil activé pour capteur NO4	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_OP1	Seuil activé pour capteur OPA1	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_OP2	Seuil activé pour capteur OPA2	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_STAT_OP3	Seuil activé pour capteur OPA3	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »

THR_STAT_OP4	Seuil activé pour capteur OPA4	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	A partir de l'objet « capteur NO/CO/OPA »
THR_CFG_FAN.T1.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis pour seuil1	Entier	A partir de l'objet « def 5 seuils »
THR_CFG_FAN.T2.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis pour seuil2	Entier	A partir de l'objet « def 5 seuils »
THR_CFG_FAN.T3.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis pour seuil3	Entier	A partir de l'objet « def 5 seuils »
THR_CFG_FAN.T4.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis pour seuil4	Entier	A partir de l'objet « def 5 seuils »
THR_CFG_FAN.T5.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis pour seuil5	Entier	A partir de l'objet « def 5 seuils »

Tableau 4.10 entrée logiques API pou bloc « activation 5 seuil »

b Sorties logique API

Item	Description	Format	Notes
THR_ACT_PLC	Seuil actuel activé	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit3 : seuil 4 activé Bit4 : seuil 5 activé	
THR_FAN_PLC.NUM_FAN	Nombre d'ACC requis	Entier	Pour l'objet « logique de control accélérateur »

Tableau 4.11 sorties logiques API pour bloc « activation 5seuil »

c Sorties supervision

Item	Description	Format	Notes
OUT_SUP.THR_ACT	Etat actuel des seuils activés	Bit0 : seuil 1 activé Bit1 : seuil 2 activé Bit2 : seuil 3 activé Bit4 : seuil 4 activé Bit5 : seuil 5 activé	Image de «THR_ACT_PLC »
OUT_SUP THR_FAN.NUM_FAN	Nombre requis d'ACC	Entier	Image de «OUT_SUP THR_FAN.NUM_FAN »

Tableau 4.12 sorties supervision pour bloc « activation 5 seuils »

d Fonction à programmer

Cet objet doit définir le seuil de pollution actif à partir du bloc « capteur NO/CO/OPA »
Il définit le nombre d'accélérateurs à activer, et qui correspond au seuil de pollution actif.

4.3.4 Bloc « anémomètre »

a Entrées physiques

Item	Description	Format	Notes
Mea-vit	Mesure analogique de la vitesse du vent	Entier	
SENS_OK	Etat de l'anémomètre	0 : défaillant 1 : ok	
Dir	Direction du vent	0 : sens direct 1 : sens indirect	

Tableau 4.13 entrées physiques pour bloc « anémomètre »

b Entrées logiques API

Item	Description	Format	Notes
MEA_EVAL.BAND	Pas de variation de la zone morte	réel	
MEA_EVAL.DURATION	Durée de control du pas de variation de la zone morte	Entier (minutes)	
MEA_EVAL.MIN	Valeur min de la plage de mesure	Réel	
MEA_EVAL.MAX	Valeur max de la plage de mesure	Réel	

Tableau 4.14 entrées logiques API pour bloc « anémomètre »

c Entrée supervision

Item	Description	Format	Notes
IN_SUP.SIM	Mode simulation	0/1, 0 : non 1 : simulation activé	
IN_SUP.SIM_ALL	Simulaion d »faut du capteur	0/1 1 : défaillant	
IN_SUP.EXCL	Exclusion du capteur à partir du superviseur	0/1 1 : exclue	
IN_SUP.SIM_MEASPD	Consigne de simulation de la vitesse du vent	Réel m/s	

Tableau 4.15 entrées supervision pour bloc « anémomètre »

d Sorties logiques API

Item	Description	Format	Notes
SPD_PLC	Vitesse du vent	Réel m/s	
DIR_PLC	Direction du vent	Numérique 0 :sens direct 1 :sens indirect	
SENS_OK_PLC	Etat du capteur	0 : ok 1 : défaillant	Image de SENS_OK quand il n'est pas simulé

Tableau 4.16sorties logiques API pour bloc « anémomètre »

e Sorties supervision

Item	Description	Format	Notes
OUT_SUP.SPD	Vitesse calculée	Réel m/s	Image de SPD_PLC
OUT_SUP.DIR	Direction du vent		Image de DIR-PLC
SENS_OK_PLC	Etat anémomètre	0 :ok 1 :défaillant	Image de SENS_OK

Tableau 4.17sorties supervision pour bloc « anémomètre »

f Fonction à programmer

Cet objet fait l'acquisition de la valeur analogique de l'anémomètre [4-20] mA et la traduit en grandeur physique. La résolution du capteur dépend du paramétrage choisi

Il gère la validation de la mesure, c'est-à-dire que la mesure doit varier dans l'intervalle [4-20] mA.

Il doit aussi gérer le défaut de capteur mis a 1, qui veut dire que s'il n'Ya pas variation de la mesure pendant un durée paramétrée T1, le défaut est déclenché, il prend en considération la gestion de l'objet en simulation en cas de test, tous les défauts doivent être remontés à la supervision

4.3.5 Bloc « activation anémomètre »

a Entrées logiques API

Item	description	format	Notes
SPD_PLC_AnX	Vitesse du vent ANx	Réel m/s	A partir de l'objet « anémomètre »
DIR_PLC_AnX	Direction d vent ANx	Digital 0 : sens direct 1 : sens indirect	A partir de l'objet « anémomètre »
SENS_OK_PLC_AnX	Etat de l'ANx	Digital 0 : ok 1 : défaillant	A partir de l'objet « anémomètre »

Tableau 4.18entrées logiques API pour bloc « activation anémomètre »

b Entrées supervision

Item	Description	Format	notes
IN_SUP.DEF_SPD	Configuration de l'anémomètre choisi pour le calcul de la vitesse	Bit0 : anémomètre1 Bit1 : anémomètre2 Bit2 : anémomètre 3 Bit3 : anémomètre 4	
IN_SUP.DEF_DIR	Configuration de l'anémomètre choisi pour le calcul de la direction	Bit0 : anémomètre1 Bit1 : anémomètre2 Bit2 : anémomètre 3 Bit3 : anémomètre 4	

Tableau 4.19 entrées supervision pour bloc « activation anémomètre »

c Sorties logiques API

Item	Description	Format	notes
SPD_REAL_PLC	Vitesse moyenne du vent	Réel en m/s	Pour objet « logique de control des ACC »
DIR_REAL_PLC	Direction moyenne du vent	Digital 0 : sens direct 1 : sens indirect	Pour objet « logique de control des ACC »

Tableau 4.20sorties logiques API pour bloc « anémomètre »

d Sorties supervision

Item	Description	Format	notes
OUT_SUP.SPD_REAL	Vitesse moyenne du vent	Réel en m/s	
OUT_SUP.DIR_REAL	Direction moyenne du vent	Digital 0 : sens direct 1 : sens indirect	

Tableau 4.21sorties supervision pour bloc « activation anémomètre »

e Fonction à programmer

Cet objet acquiert plusieurs vitesses et directions du vent à travers les anémomètres installés dans tube, il doit faire par la suite et la vitesse moyenne du vent et la direction moyenne du vent. ces informations sont remontées au poste de supervision et envoyées à l'objet « logique de control des accélérateurs », afin de déterminer le sens de soufflage des accélérateur en circulation bidirectionnelle.

4.4 Implémentation des fonctions en programme

4.4.1 Objet « Def 5 seuils »

a Initialisation des valeurs de seuil

Cette section initialise les valeurs de seuil du capteur CO, lors d'un démarrage à froid ou une reprise à chaud de l'automate, ceci à l'aide d'un DFB crée au préalable dans notre bibliothèque, en utilisant le langage ST (littéral structuré)

```
IF (%S0 OR %S1 OR %S13) AND (THR_CO_PLC.T1=0.0) AND (THR_CO_PLC.T2=0.0) AND  
(THR_CO_PLC.T3=0.0) AND (THR_CO_PLC.T4=0.0) AND (THR_CO_PLC.T5=0.0)
```

```
THEN
```

```
IN_SUP.THR_CO.T1:=0.05*Params.CO_FS_MEA;  
IN_SUP.THR_CO.T2:=0.1*Params.CO_FS_MEA;  
IN_SUP.THR_CO.T3:=0.2*Params.CO_FS_MEA;  
IN_SUP.THR_CO.T4:=0.3*Params.CO_FS_MEA;  
IN_SUP.THR_CO.T5:=0.5*Params.CO_FS_MEA;  
THR_CO_PLC.T_AVG:= IN_SUP.THR_CO.T_AVG:=5;  
THR_CO_PLC:=IN_SUP.THR_CO;
```

```
END_IF;
```

b Vérification de la cohérence des seuils

Cette section vérifie la cohérence des seuils introduit depuis la supervision

```
IF (IN_SUP.THR_CO.T1>0.0) AND (IN_SUP.THR_CO.T1<=THR_CO_PLC.T2) THEN
```

```
THR_CO_PLC.T1:=IN_SUP.THR_CO.T1;  
ELSE IN_SUP.THR_CO.T1:=THR_CO_PLC.T1;
```

```
END_IF;
```

```
IF (IN_SUP.THR_CO.T2>=THR_CO_PLC.T1) AND (IN_SUP.THR_CO.T2<=THR_CO_PLC.T3) THEN
```

```
THR_CO_PLC.T2:=IN_SUP.THR_CO.T2;  
ELSE IN_SUP.THR_CO.T2:=THR_CO_PLC.T2;
```

```
END_IF;
```

```
IF (IN_SUP.THR_CO.T3>=THR_CO_PLC.T2) AND (IN_SUP.THR_CO.T3<=THR_CO_PLC.T4) THEN
```

```
THR_CO_PLC.T3:=IN_SUP.THR_CO.T3;  
ELSE IN_SUP.THR_CO.T3:=THR_CO_PLC.T3;
```

```
END_IF;
```

```
IF (IN_SUP.THR_CO.T4>=THR_CO_PLC.T3) AND (IN_SUP.THR_CO.T4<=THR_CO_PLC.T5) THEN
```

```
THR_CO_PLC.T4:=IN_SUP.THR_CO.T4;  
ELSE IN_SUP.THR_CO.T4:=THR_CO_PLC.T4;
```

```
END_IF;
```

```
IF (IN_SUP.THR_CO.T5>=THR_CO_PLC.T4) AND (IN_SUP.THR_CO.T5<=Params.CO_FS_MEA) THEN
```

```
THR_CO_PLC.T5:=IN_SUP.THR_CO.T5;  
ELSE IN_SUP.THR_CO.T5:=THR_CO_PLC.T5;
```

```
END_IF;
```

**c Vérification du temps de la moyenne glissante qui ne dépasse pas 10 min
pour le capteur CO**

```
IF (IN_SUP.THR_CO.T_AVG>=0) AND (IN_SUP.THR_CO.T_AVG<=10) THEN  
  THR_CO_PLC.T_AVG:=IN_SUP.THR_CO.T_AVG;  
ELSE IN_SUP.THR_CO.T_AVG:=THR_CO_PLC.T_AVG;  
END_IF;
```

4.4.2 Objet « Activation 5 seuil »

a Définition du seuil de pollution actif

Cette section détermine le seuil de pollution actif pendant chaque 10 min

```
Clock_1s := %S6;  
ONS_1s := FE(Clock_1s);  
IF ons_1s THEN W_T10min:=W_T10min+1; END_IF;  
IF (W_T10min<=0) OR (W_T10min>600) THEN W_T10min:=1; END_IF;  
IF W_T10min=600 THEN  
THR_ACT_PLC.0:= THR_STAT_CO1 .0 OR THR_STAT_CO2 .0 OR THR_STAT_CO3 .0 OR  
  THR_STAT_CO4 .0 OR THR_STAT_OP1 .0 OR THR_STAT_OP2 .0 OR  
  THR_STAT_OP3 .0 OR THR_STAT_OP4 .0 OR THR_STAT_NO1 .0 OR  
  THR_STAT_NO2 .0 OR THR_STAT_NO3 .0 OR THR_STAT_NO4 .0;  
  
THR_ACT_PLC.1:= THR_STAT_CO1 .1 OR THR_STAT_CO2 .1 OR THR_STAT_CO3 .1 OR  
  THR_STAT_CO4 .1 OR THR_STAT_OP1 .1 OR THR_STAT_OP2 .1 OR  
  THR_STAT_OP3 .1 OR THR_STAT_OP4 .1 OR THR_STAT_NO1 .1 OR  
  THR_STAT_NO2 .1 OR THR_STAT_NO3 .1 OR THR_STAT_NO4 .1;  
  
THR_ACT_PLC.2:= THR_STAT_CO1 .2 OR THR_STAT_CO2 .2 OR THR_STAT_CO3 .2 OR  
  THR_STAT_CO4 .2 OR THR_STAT_OP1 .2 OR THR_STAT_OP2 .2 OR  
  THR_STAT_OP3 .2 OR THR_STAT_OP4 .2 OR THR_STAT_NO1 .2 OR  
  THR_STAT_NO2 .2 OR THR_STAT_NO3 .2 OR THR_STAT_NO4 .2;  
  
THR_ACT_PLC.3:= THR_STAT_CO1 .3 OR THR_STAT_CO2 .3 OR THR_STAT_CO3 .3 OR  
  THR_STAT_CO4 .3 OR THR_STAT_OP1 .3 OR THR_STAT_OP2 .3 OR  
  THR_STAT_OP3 .3 OR THR_STAT_OP4 .3 OR THR_STAT_NO1 .3 OR  
  THR_STAT_NO2 .3 OR THR_STAT_NO3 .3 OR THR_STAT_NO4 .3;  
  
THR_ACT_PLC.4:= THR_STAT_CO1 .4 OR THR_STAT_CO2 .4 OR THR_STAT_CO3 .4 OR  
  THR_STAT_CO4 .4 OR THR_STAT_OP1 .4 OR THR_STAT_OP2 .4 OR  
  THR_STAT_OP3 .4 OR THR_STAT_OP4 .4 OR THR_STAT_NO1 .4 OR  
  THR_STAT_NO2 .4 OR THR_STAT_NO3 .4 OR THR_STAT_NO4 .4;  
  
END_IF;
```

4.4.3 Objet « capteur »

a Mise en tampon et prélèvement de la mesure chaque 10 sec

```
Clock_1s := %S6; ONS_1s :=FE(Clock_1s);
IF ons_1s THEN W_T10s:=W_T10s+1; END_IF;
ONS_10s:= EQ_INT(W_T10s,10);
IF (W_T10s<0) OR (W_T10s>=10) THEN W_T10s:=0; END_IF;

IF (I_AV_PLC<=0) OR (I_AV_PLC>60) THEN I_AV_PLC:=1; END_IF;
IF ONS_10s THEN
  FOR I_FOR:=0 TO 58 DO
    ARR_MEA[60-I_FOR]:=ARR_MEA[59-I_FOR];
  END_FOR;
  ARR_MEA[1]:=W_MEA;
END_IF;
```

b Calcul de la moyenne glissante sur 5 minutes

```
IF ONS_10s AND NOT IN_SUP.EXCL THEN
  SUM_MEA:=0.0;
  FOR I_AV_PLC:=1 TO 30 DO
    SUM_MEA:=SUM_MEA+ARR_MEA[I_AV_PLC];
  END_FOR;
  MEA_PLC :=SUM_MEA/30.0;
END_IF;
```

Conclusion générale

Le but recherché à travers l'élaboration de cette thèse est la manière avec laquelle on a appréhendé le projet en respectant les différentes phases de son cycle d'évolution, ceci avec l'aide et l'assistance de mon encadreur, ainsi qu'en considérant les précieux conseils de mon promoteur en milieu universitaire.

Durant toute la période du stage chez Schneider Electric Algérie j'étais confronté face à des situations professionnelles réelles, qui suscitaient un très haut degré d'observation et de précision lors d'une prise de décision qui concernait l'étude d'une des phases du projet, cependant en automatisme rien n'est le fruit du hasard, chaque étape devrait être justifiée.

La nature du projet qui est orientée exploitation, nécessite le respect de toutes ces exigences, car derrière ceci des vies de personnes humaines peuvent être mises en péril, de ce fait notre solution pour le métier ventilation a été clairement introduite avec le logiciel « UNITY PRO XL » qui est l'or de la programmation, cependant les résultats obtenus à partir de l'élaboration du programme correspondaient parfaitement au fonctionnement de notre process décrit à travers l'analyse fonctionnelle.

Ce présent mémoire ainsi que le stage pratique m'a permis d'approfondir mes connaissances en automatisme et de les compléter l'aide et conseils des gens du terrain, ainsi que de travailler selon la thématique de programmation appliquée au projet, en se basant sur « UNITY PRO XL », ainsi qu'à l'étude établies sur ses différents composants tels que : les modules d'E/S analogique ou TOR, la configuration matérielle, le choix adéquat des différents modules (alimentation , CPU...etc), et la mise en œuvre du programme.

En conclusion, la philosophie adoptée pour la réalisation de ce projet pourrait être généralisée pour différentes nature de projets d'automatisme et permettra d'entrevoir d'autres aspects de recherches dans ce volet si pesant pour leur réussite menant au développement de l'industrie.

Bibliographie

- [1] MichelROUX, Cahier des charges des automatismes. Analyse fonctionnelle.
<http://docplayer.fr/3074298-Cahier-des-charges-des-automatismes-analyse-fonctionnelle.html>
- [2]<http://www.marche-public.fr/Marches-publics/Definitions/Entrees/CCTP.htm>
- [3]<http://www.marche-public.fr/Marches-publics/Definitions/Entrees/CCAG.htm>
- [4] www.abcclim.net. Comment lire un schéma électrique
- [5] NT210B.mémoire ventilation, autoroute EO Algérie (document fournie par Schneider Elecric Algérie).
- [6] NOCOSTOP V2 DETECTEUR DE GAZ TOXIQUESNO, NO2 OU CO, Fiche technique fivepillard
- [7] visic610, Fiche technique Sick Maihack
- [8] vm400, Fiche technique sick Maihak
- [9] JZR 12-30/14, Fiche technique du constructeur Zitron.
<http://www.canyonequipment.com/admin/files/06%20-%20VENTILATION%20-%20JET%20FANS.pdf>
- [10]ATS48 ,<http://docseurope.electrocomponents.com/webdocs/14a6/0900766b814a6c86.pdf>
- [11] Plan GTC-6607- Etude de réseau du projet des tunnels de Lakhdaria (document fournie par Schneider Elecric Algérie)
- [12] Plan VEN-2002 Plan d'implantation des équipements de ventilation en tunnel (document fournie par Schneider Elecric Algérie)
- [13] Plan GTC-6511 Architecture automate du tunnel T1 (document fournie par Schneider Elecric Algérie).
- [14] Plan ELE-5081 Schéma multifilaire de TGBT Nord de T1 (document fournie par Schneider Elecric Algérie).

ANNEXE [01] extrait de « CETU (centre d'étude des tunnels) ventilation des tunnels routiers»,

<http://www.cetu.developpement-durable.gouv.fr/la-ventilation-des-tunnels-routiers-r85.html>

Les véhicules routiers produisent des gaz toxiques. Dans un tunnel, du fait du confinement, les concentrations de ces gaz peuvent devenir nocives pour la santé des usagers. Les véhicules produisent également des poussières en suspension qui peuvent diminuer la visibilité et poser des problèmes de sécurité. Il est donc nécessaire de doter les tunnels routiers d'un système pour maintenir la pollution en-dessous des niveaux critiques. Les principales solutions techniques employées sont les systèmes de ventilation longitudinale et transversale, que nous présentons ici. Plusieurs variantes de ces systèmes existent également

La ventilation longitudinale

Le principe est de créer un courant d'air longitudinal dans le tunnel afin de faire entrer de l'air frais par une des têtes et de rejeter les polluants par l'autre tête. On utilise pour cela des ventilateurs spéciaux appelés accélérateurs, généralement fixés sous la voûte du tunnel par batteries de deux ou trois machines.

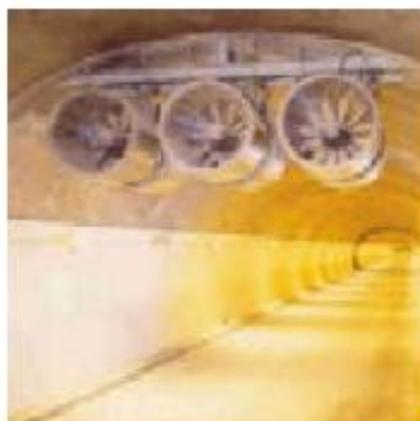


Figure 1.1 ventilation longitudinale

La figure 1.1 représente une batterie d'accélérateurs permettant de créer un courant d'air dans le tunnel.

Ce système est particulièrement efficace dans les tunnels à circulation unidirectionnelle. En effet, les véhicules roulant tous dans le même sens créent naturellement un courant d'air ; c'est le phénomène de pistonnement. La puissance mécanique nécessaire à la ventilation est réduite d'autant, de même que la consommation électrique.

Cependant, en ventilation longitudinale, le niveau de pollution augmente tout au long du tunnel. Si la longueur de l'ouvrage est importante, les concentrations en polluants à la sortie peuvent dépasser les valeurs admissibles. Il faut alors utiliser la ventilation transversale.

La ventilation transversale

Cette technique consiste à insuffler de l'air frais sur toute la longueur du tunnel, généralement par des bouches situées en bas des piédroits (murs latéraux). Si les conditions l'exigent, on peut en même temps extraire l'air vicié.

Les ventilateurs se trouvent dans des usines de ventilation situées à proximité de l'ouvrage. Dans le tunnel, on trouve des gaines de ventilation, généralement entre la voûte et un faux plafond. Elles assurent la liaison entre les ventilateurs et les bouches de soufflage ou d'extraction.



Figure1.2 ventilation transversale

La figure 1.2 représente une Vue en coupe d'un tunnel ventilé transversalement. En haut, on distingue deux gaines de ventilation entre la voûte et le faux plafond.

La ventilation transversale peut en théorie s'appliquer à tous les cas, mais son coût est plus important que celui de la ventilation longitudinale.

Le choix du système de ventilation est généralement dicté par des considérations relatives au désenfumage

Le désenfumage

En cas d'incendie dans un tunnel, les fumées représentent le principal danger pour les usagers :

- Leur opacité rend difficile, voire impossible, l'auto-évacuation des usagers ;
- Leur toxicité menace la vie des usagers qui n'auraient pas réussi à s'auto-évacuer ;
- Leur température peut être très élevée.

Il est donc primordial que les usagers soient protégés de la fumée, au moins le temps de leur évacuation ; c'est le rôle de la ventilation de désenfumage. Pratiquement, c'est un seul et même système qui assure le désenfumage et la ventilation sanitaire. Le fonctionnement en mode désenfumage est activé dès la détection d'un incendie.

Stratégie longitudinale

Dans un tunnel ventilé longitudinalement, la stratégie de désenfumage consiste simplement à pousser toutes les fumées du même côté du foyer de l'incendie en créant un courant d'air suffisamment fort d'une vitesse de 4m/s permettant de garder l'effet de stratification des fumées. Aucun usager ne doit se trouver de ce côté, c'est pourquoi l'utilisation de la stratégie longitudinale est soumise à des conditions strictes. Dans les tunnels unidirectionnels sans risque de congestion, son emploi est assez aisé : on souffle dans le sens de la circulation. Les usagers situés en aval peuvent sortir du tunnel car la vitesse des fumées reste nettement inférieure à celle d'un véhicule. Les usagers situés en amont sont bloqués par l'incendie mais protégés des fumées par le courant d'air et peuvent ainsi gagner les issues de secours.

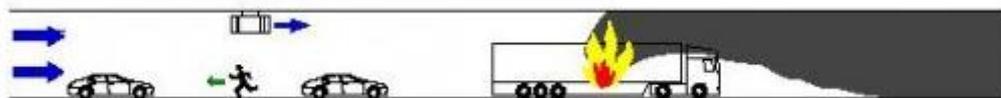


Figure 1.3 stratégie longitudinale

La figure 1.3 illustre un schéma de principe du désenfumage en stratégie longitudinale.

Stratégie transversale

Si la stratégie longitudinale n'apporte pas de garanties de sécurité suffisantes, et en particulier dans les tunnels à 2 sens de circulation, ou les tunnels congestionnés on utilise une stratégie de désenfumage transversal qui consiste à favoriser la stratification naturelle des fumées.

Les fumées étant plus légères que l'air ambiant, elles tendent à se plaquer sous le plafond du tunnel, au moins pendant les premières minutes de l'incendie. Il existe une couche d'air frais en partie basse, de hauteur suffisante pour permettre l'évacuation des usagers. On extrait les fumées par des trappes de désenfumage situées en plafond.



Figure 1.4 stratégie transversale

La figure 1.4 représente un schéma de principe du désenfumage en stratégie transversale.

Les débits d'air nécessaires au désenfumage sont nettement supérieurs à ceux requis pour la ventilation sanitaire, aussi bien en ventilation longitudinale que transversale. C'est donc en fonction des besoins liés au désenfumage qu'est réalisé le dimensionnement d'une installation de ventilation.

Annexe [2] extrait de l'ouvrage « ventilation des tunnels routiers, choix du système, dimensionnement et équipement »

Editeur : office fédéral des routes (OFROU)

Lien de téléchargement : <http://www.lqv.ch/Documents/OFROU/DirectivesVentilationTunnels.pdf>

2 Critère de dimensionnement de la ventilation en cas d'incidents

2.1 Démarche

Le choix du groupe principal de système de ventilation s'effectue pour chaque tube et comporte les étapes suivantes :

- 1) Détermination du genre de trafic habituel selon le §2.1.1 TU 1, TU 2 ou TB.
- 2) Établissement de la longueur déterminante du tunnel. Elle correspond en général à la distance entre les portails. Dans le cas de systèmes de tunnels ramifiés, la longueur déterminante correspond à la longueur maximale du chemin que peut parcourir la fumée d'un incendie.
- 3) Détermination, à l'aide de la figure 2.6, du ou des groupes principaux de systèmes de ventilation possibles, sur la base du genre de trafic habituel et de la longueur déterminante du tunnel, tels que définis aux points 1 et 2 ci-dessus.
- 4) Si l'on se trouve dans une zone intermédiaire entre deux groupes principaux de systèmes de ventilation, le choix doit être affiné à l'aide des paramètres déterminants exposés au §2.5.5 (attribution des secteurs A, B ou C).
- 5) Si l'on se trouve dans une zone intermédiaire et qu'il n'est pas possible d'attribuer un secteur A, B ou C avec les paramètres du §2.5.5 : le choix doit être déterminé par une évaluation globale et la solution choisie clairement motivée.

Si la démarche aboutit au choix d'un groupe principal différent pour l'un et l'autre des deux tubes d'un tunnel, il y a lieu d'examiner l'opportunité d'un tel résultat sous l'angle de la technique de construction.

Si, en vertu de la figure 2.6, on aboutit à la conclusion qu'aucune ventilation mécanique n'est nécessaire, il faut le confirmer au moyen d'un calcul des besoins en air frais.

2.2 Principaux genres de trafic

Sur la base de considérations relatives à la sécurité, il y a lieu de distinguer les trois genres de trafic suivants,

TU 1: trafic unidirectionnel avec faible fréquence d'embouteillages ;

TU 2: trafic unidirectionnel avec forte fréquence d'embouteillages ;

TB : trafic bidirectionnel.

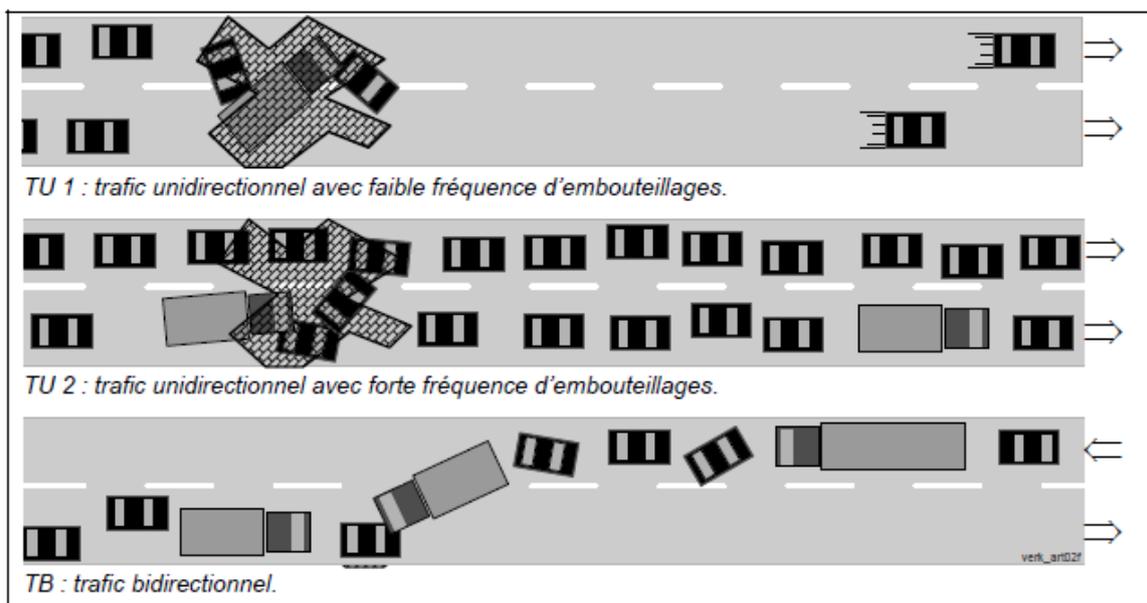


Figure 2.5 Principaux genres de trafic selon la situation de la circulation en cas de sinistre.

Dans les tunnels unidirectionnels, il y a lieu de distinguer entre un sinistre se déclarant en cas de circulation fluide et un sinistre se déclarant en cas de bouchon. Dans le premier cas, lors d'un sinistre sans bouchon, la fumée se propagera dans la même direction que les véhicules, au début du sinistre tout au moins (figure 2.5, TU 1). Les véhicules ayant déjà dépassé l'endroit du sinistre quittent le tunnel. Par conséquent, aucun usager n'est en danger immédiat. Dans le second cas, lors d'un sinistre avec bouchon, des usagers peuvent se trouver des deux côtés de l'endroit du sinistre, et il est possible que, dans l'immédiat, la fumée se propage de part et d'autre de celui-ci (figure 2.5, TU 2).

La situation est la même pour les tunnels bidirectionnels, dans lesquels les véhicules créent des bouchons de part et d'autre de l'endroit du sinistre (figure 2.5, TB).

Si la probabilité d'un embouteillage est grande dans un tunnel unidirectionnel, il faudra dimensionner la ventilation en fonction d'un sinistre survenant dans un embouteillage ou à la fin de celui-ci. Lorsque cette probabilité est minime, ce cas n'a pas à être pris en considération dans le dimensionnement de l'installation de ventilation.

Il n'y a pas lieu de dimensionner la ventilation d'un tunnel unidirectionnel pour le cas de figure d'un sinistre survenant alors que le tunnel est exploité exceptionnellement en trafic bidirectionnel

2.2.1 Détermination du groupe principal de système de ventilation

Les indications du §2.2.3 s'appliquent aux tunnels présentant des déclivités jusqu'à 5 %. Des déclivités plus importantes exigent des considérations particulières liées au déroulement chronologique des phénomènes se produisant en cas de sinistre.

Les trois groupes principaux de systèmes de ventilation sont présentés au chapitre 2.4.

2.2.3 Champs d'application des groupes principaux de systèmes de ventilation

Ces champs d'application sont définis en fonction du genre de trafic et de la longueur du tunnel :

-  Système de ventilation naturelle
-  Systèmes de ventilation sans aspiration en cas de sinistre
-  Systèmes de ventilation avec aspiration en cas de sinistre

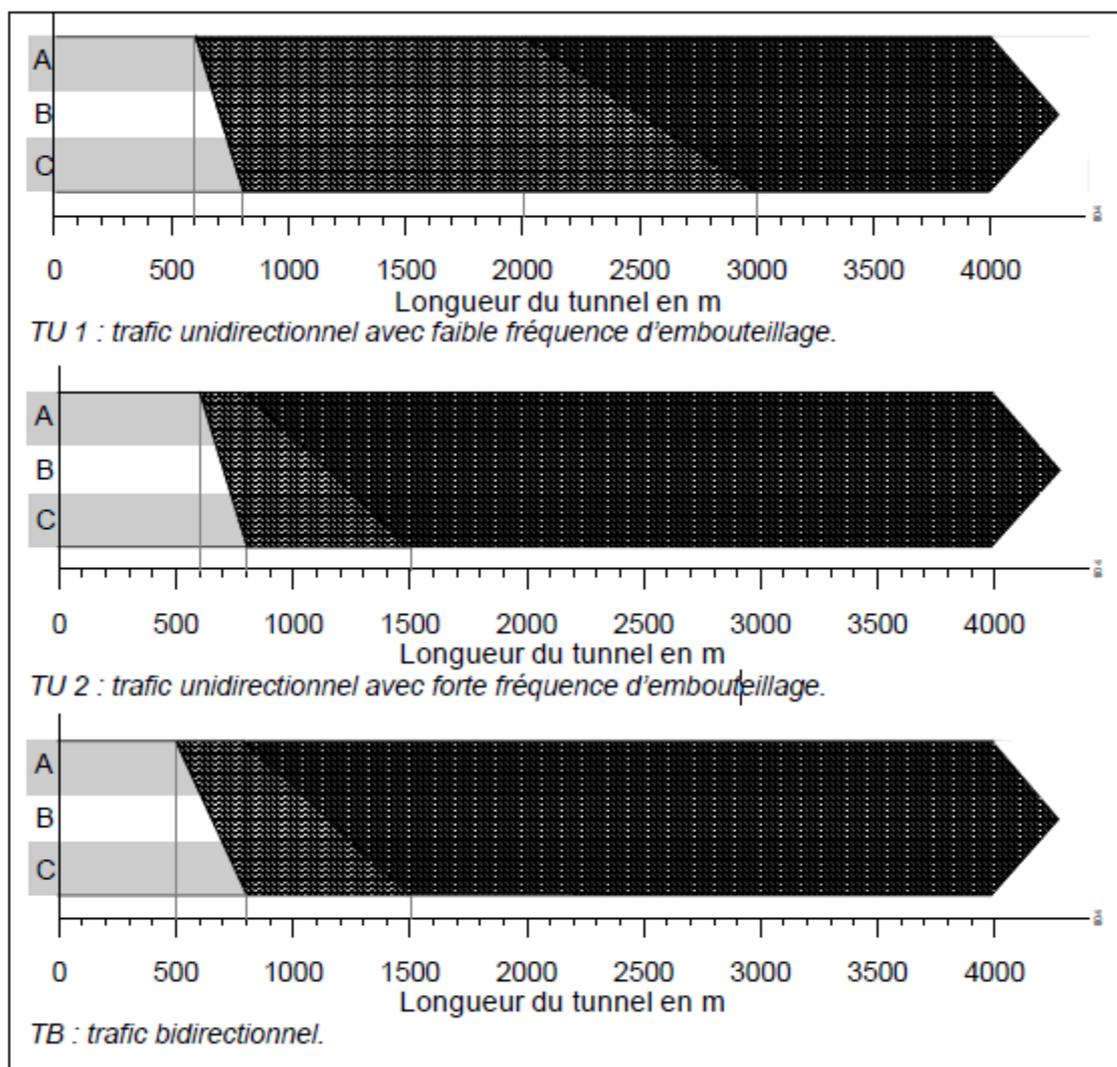


Figure 2.6 détermination du groupe principal de systèmes de ventilation en fonction d'aspects relevant de la technique de sécurité ; valable pour les tunnels avec des déclivités jusqu'à 5 %.

2.2.4 Autres paramètres déterminants

Si le genre de trafic et la longueur déterminante d'un tunnel ne permettent pas de définir avec certitude quel groupe principal de système de ventilation doit être mis en œuvre, il y a lieu d'intégrer dans l'évaluation les autres paramètres déterminants énumérés ci-dessous.

Trafic global

Le facteur déterminant est le trafic global l'année prévue de mise en service et 10 ans plus tard, exprimé en TJM, divisé par le nombre de voies de circulation, en moyenne pour chaque tube. On tiendra compte d'une capacité réduite des bretelles d'entrée et de sortie.

Évaluation partielle trafic global	TJM / nombre de voies de circulation	
	Trafic unidirectionnel	Trafic bidirectionnel
S (supérieur)	> 16'000	> 12'000
M (moyen)	11'000 à 16'000	8'000 à 12'000
I (inférieur)	< 11'000	< 8'000

Tableau 2.1 évaluation du paramètre « trafic globale »

Trafic des poids lourds

Le facteur déterminant est le nombre journalier moyen de poids lourds l'année prévue de mise en service et 10 ans plus tard, exprimé en PL par 24 h et par nombre de voies de circulation, en moyenne pour chaque tube.

Évaluation partielle trafic des poids lourds	PL / 24 h et nombre de voies de circulation	
	Trafic unidirectionnel	Trafic bidirectionnel
S	> 1'600	> 1'200
M	800 à 1'600	500 à 1'200
I	< 800	< 500

Tableau 2.2 évaluation du paramètre « trafic globale »

Déclivité dans le tunnel

La déclivité agit sur les émissions des véhicules et à cause de la vitesse réduite des poids lourds, sur la ventilation naturelle. L'effet de cheminée entre les portails situés à des altitudes différentes peut provoquer des flux d'air longitudinaux très importants, en particulier en cas d'incendie.

La pente déterminante est la valeur la plus défavorable de la pente moyenne sur une longueur de 800 m (s'applique avec ou sans aspiration). Dans les tunnels à deux tubes, l'analyse doit être faite séparément pour chaque tube.

Évaluation partielle déclivité	Déclivité moyenne max. par tronçons de 800 m, en %		
	Trafic unidirectionnel TU 1	Trafic unidirectionnel TU 2	Trafic bidirectionnel TB
S	< - 3	< - 3 et > + 3	> 3
M	- 3 à + 3	- 3 à - 1.5 et + 1.5 à + 3	1.5 à 3
I	> + 3	- 1.5 à + 1.5	0 à 1.5

Tableau 2.3 évaluation du paramètre déclivité ; valeurs négatives : descente ; valeurs positives : montée