

Marko MARTINOVIC

Année 2024-2025

ETUDE/CONCEPTION DE SCHEMA POUR UNE ENTREPRISE PHARMACEUTIQUE

Rapport d'Alternance BUT Génie électrique et informatique industrielle

(Spécialité Electricité et Maitrise de l'Energie)

Du 2 Septembre au 30 Aout 2025



Actemium Lyon Process Automation

8 Chemin des Jones

69570 Dardilly

Tuteur entreprise : Antoine LAGRANGE, Pascal ARCHER

Tuteur pédagogique : BENOZENE Mounir

Remerciements

Avant de commencer la présentation de ce rapport, je tiens tout d'abord à remercier toute l'équipe pédagogique du Département Génie Electrique et Informatique Industrielle de l'IUT Lyon 1, pour la formation qu'elle m'a donnée afin que j'effectue cette alternance dans les meilleures conditions et particulièrement **M. BENOZENE Mounir**, mon tuteur pédagogique, pour son aide, ses conseils et sa disponibilité tout au long de mon alternance.

Je remercie **M. Hervé PAYS** pour avoir eu confiance en moi en me donnant des missions, cela m'a permis de découvrir le monde en entreprise. J'aimerais grandement remercier **M. Antoine LAGRANGE** et **M. Pascal ARCHER** qui ont été mes tuteurs en entreprise durant toute la durée de l'alternance et qui m'ont souvent aidée à mieux comprendre les complexités de leur métier en me faisant des cours particuliers avec beaucoup de bienveillance et de pédagogie.

Je tiens à remercier particulièrement **M. Omar REDOUANE** et **M. Maxime MARCHAND** qui ont été mes collaborateurs durant la totalité de mon alternance, leurs aides et leurs conseils ont été précieux pour que tout se déroule de la meilleure forme que possible.

L'occasion m'est donnée ici de remercier sincèrement **Mme. Sandra IZEM** et **M. Adrien BASARAB**, responsable du Pôle stage, pour leurs rigoureuses directives, leur suivi et leurs orientations.

Table des matières

Remerciements.....	2
Table des illustrations.....	5
Glossaire.....	6
Introduction générale	7
I. Contexte de la mission	8
1. Le groupe VINCI.....	8
2. VINCI ENERGIES	9
3. ACTEMIUM Lyon Process Automation (ALPA)	10
II. Introduction technique de la mission	12
1. Projet NOVO NORDISK.....	12
a. Présentation et objectifs du projet.....	12
b. Objectifs	13
III. Mise en œuvre.....	14
1. Formation SEE Electrical.....	14
a. Schémas électriques.....	14
b. Schémas d'implantation.....	15
2. Début projet NOVO NORDISK.....	17
a. Etude/Création.....	17
b. Modification.....	21
3. Finalisation de l'étude électrique NOVO NORDISK.....	24
a. Confirmation du client.....	24
b. RDV Tableautier.....	25

c. Rendu final de l'armoire.....	26
IV. Conclusion Technique.....	27
V. Bilan personel.....	29
VI. Annexe.....	30
VII. Bibliographie.....	32

Table des illustrations

Figure 1: Groupe Vinci, Vinci.....	8
Figure 2: Graphique Répartition CA Vinci, Vinci	9
Figure 3: image représentative des 4 groupe, Document interne	10
Figure 4: Organigramme ALPA, ALPA.....	11
Figure 5 Schéma départs 230V, document interne	14
Figure 6 Schéma implantation, document interne	16
Figure 7 Schéma alimentation 24 VDC, document interne	18
Figure 8 Schéma avec symboles normalisés, document interne	19
Figure 9 Rack Automate, document interne.....	20
Figure 10 Carte entré MOD11, document interne	20
Figure 11 Schéma switchs première version, document interne	21
Figure 12 Schéma switchs dernière version, document interne	22
Figure 13 Schéma implantation première version, document interne	23
Figure 14 Schéma implantation dernière version, document interne	23
Figure 15 Indice de révision "APPROVED ISSUE", document interne	24
Figure 16 Référence matériel a changer sur le SEE pour Tianjin, document interne	25
Figure 17 Armoire en cours de montage, document tableautier	26
Figure 18 Face avant de l'armoire, document tableautier	26

Glossaire

BE : Bureau d'étude

SEE : See electrical

Introduction générale

Dans le cadre de ma formation de But génie électrique et informatique industrielle en 3ème année, j'ai effectué une année d'alternance au sein de Courbon SAS - Actemium Lyon Process Automation. Il s'agit d'une société implantée à Dardilly, filiale du groupe VINCI Energies, spécialisée dans la gestion des processus énergétiques intégrant des solutions dédiées aux utilisateurs afin d'optimiser les performances des processus industriels, en les concevant, en les contrôlant et en les intégrant du besoin à l'exécution. Au sein de l'entreprise, il existe deux grands pôles. L'un d'eux a la charge de la partie automatisme et l'autre de l'électrotechnique, du contrôle et de la puissance.

Durant un an, j'ai eu la chance de participer à la réalisation d'une étude électrique portant sur le projet NOVO NORDISK. Actemium Lyon Process Automation a pour responsabilité la projection intégrale de la partie du réseau électrique et des capteurs associés à des automates. En parallèle, j'ai eu la chance de travailler sur plusieurs autres projets. Dans les deux premières semaines, je me forme sur le logiciel SEE Electrical pour pouvoir réaliser des schémas électriques. Je recours à toutes mes compétences pour apprendre tout seul en posant les bonnes questions dans le but d'éviter les potentielles erreurs.

Cette alternance a été l'occasion d'appliquer les compétences acquises au cours des trois années de formation à l'IUT dans un cadre professionnel. J'ai pu découvrir ce que cela signifie travailler en équipe sur un projet, l'attente client et la réponse à ses exigences et ses demandes. J'ai également eu la possibilité de découvrir le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise Actemium.

Le rapport commence par une présentation de l'entreprise, puis une exposition technique du sujet de mon alternance, où je vais détailler les différentes démarches et étapes menées dans le cadre de la réalisation de mon alternance. La conclusion proposera un bilan des résultats obtenus aussi bien techniques que personnels.

I. Contexte de la mission

1. Le Groupe VINCI

Le groupe VINCI est l'un des leaders mondiaux dans les domaines de la construction, des concessions et de l'énergie. Fondé en 1899 en France, VINCI a évolué pour devenir un acteur majeur de l'industrie, présent dans plus de 100 pays à travers le monde. Avec une approche diversifiée et une expertise étendue, VINCI opère dans différents secteurs tels que la construction, les infrastructures, l'immobilier, les concessions autoroutières et l'Energie.

Grâce à sa capacité d'innovation, sa maîtrise des technologies de pointe et son engagement envers le développement durable, le groupe VINCI s'efforce de répondre aux défis complexes de notre époque. Ses réalisations emblématiques incluent des infrastructures de transport, des bâtiments emblématiques et des projets d'énergie renouvelable.

Au-delà de son excellence opérationnelle, VINCI est également reconnu pour son engagement envers la responsabilité sociale et environnementale, intégrant des pratiques durables à tous les niveaux de ses activités.

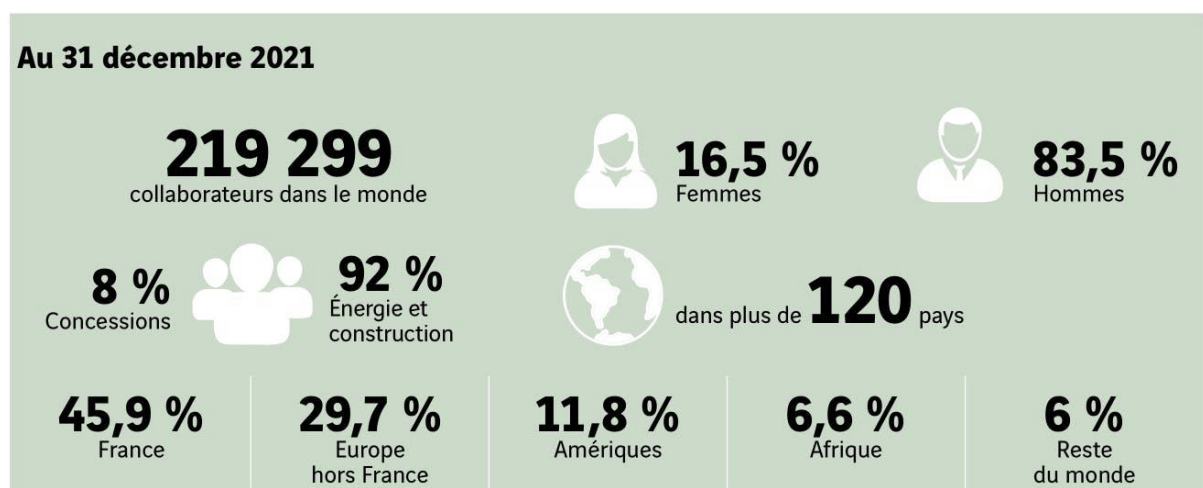


Figure 1: Groupe Vinci, Vinci

VINCI est mondial, présent dans 120 pays, avec plusieurs divisions couvrant divers secteurs cités si dessous.

- VINCI Autoroutes
- VINCI Construction
- VINCI Energies
- VINCI Concessions

Répartition du CA 2018 par activités

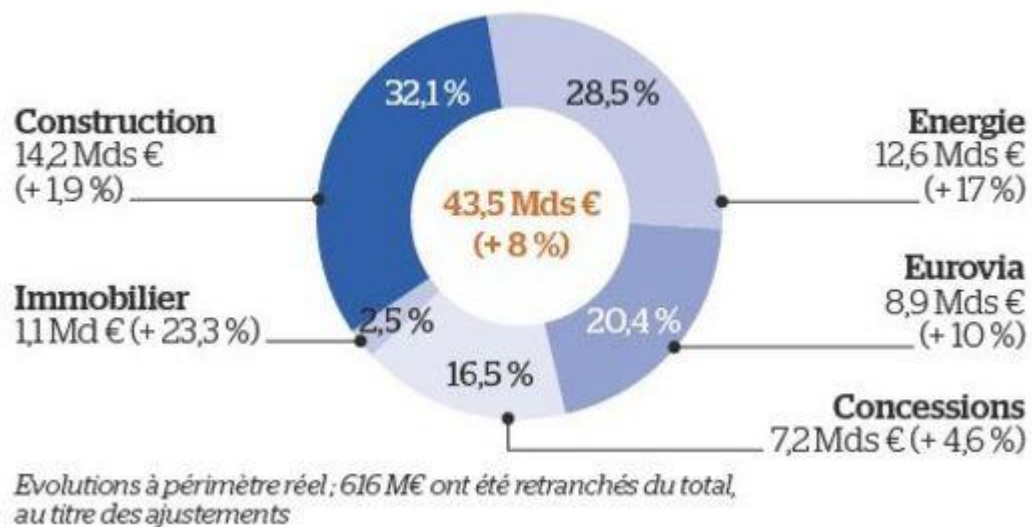


Figure 2: Graphique Répartition CA Vinci, Vinci

L'entreprise Courbon SAS - Actemium Lyon Process Automation fait parte de la filiale VINCI Energies, nous allons donc approfondir sur VINCI Energies.

2. VINCI Energies

Vinci Energies, filiale du groupe Vinci, est un leader mondial des services liés à l'énergie et aux technologies de l'information. Avec une présence dans plus de 50 pays à travers le monde, Vinci Energies propose une large gamme de solutions dans les domaines de l'électricité, des infrastructures de communication, de l'industrie et des services numériques. Fort de son expertise et de son engagement envers l'innovation, Vinci Energies accompagne ses clients dans la transformation numérique et énergétique, en offrant des solutions sur mesure et durables pour répondre aux défis complexes d'aujourd'hui et de demain.

VINCI Energies se compose de quatre groupes :



Figure 3: image représentative des 4 groupe, Document interne

3. ACTEMIUM Lyon Process Automation (ALPA)

Actemium Lyon Process Automation (ALPA) compte plus de 130 employés, elle se spécialise dans la conception de systèmes de contrôle-commande personnalisés pour optimiser les performances des processus industriels.

Courbon SAS est intégrée à un ensemble de trois entreprises spécialisées dans les activités industrielles : Actemium Lyon Process Automation, Courbon Software et Actemium Rhône Alpes Agro. Courbon, fondée en 1934 à Saint-Étienne, a débuté en se concentrant sur la réparation de moteurs électriques. À partir de 1955, elle a étendu son champ d'activité en installant des équipements électriques industriels, puis en 1977, les premiers automates programmables ont été introduits. En 1995, Boccard est devenue actionnaire de la société, suivie par Siemens en 1999. En 2013, Courbon a rejoint le groupe VINCI Energies sous le nom d'Actemium Saint-Étienne. Enfin, en 2017, Actemium Lyon Systems

(anciennement SRTI, fondée en 1986) a fusionné avec Actemium Saint-Étienne pour former Actemium Lyon Process Automation.

Au sein de l'entreprise j'ai été pris en charge par mon tuteur Antoine LAGRANGE, qui fait partie de l'équipe Denis BURGAT. Pour voir l'organigramme au complet voire **l'annexe 1 page 30**

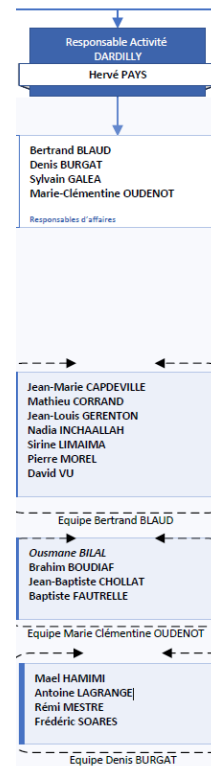


Figure 4: Organigramme ALPA, ALPA

II. Introduction technique de la mission

1. Project NOVO NORDISK

a. Présentation et objectifs du projet

Novo Nordisk, entreprise pharmaceutique d'origine danoise fondée en 1923, est un acteur majeur dans le développement de traitements d'affections telles que le diabète, les maladies rares ou les désordres hormonaux, et est reconnu pour son expertise dans la production d'insuline. Classé parmi les leaders de la biotechnologie et de la santé, Novo Nordisk est présent dans plus de 80 pays et emploie plus de 60 000 personnes dans le monde. Le groupe développe, produit et distribue des médicaments innovants pour améliorer le quotidien des patients et s'investit fortement en faveur de la durabilité environnementale et sociale.

En France, le site de production de Chartres (Eure-et-Loir) est un site stratégique pour Novo Nordisk. Ce site est un centre d'excellence pour la production de cartouches et stylos injecteurs d'insuline à usage de plus de 10 millions de patients dans plus de 80 pays. Le site, en pleine expansion, emploie environ 1 600 personnes et a intégré un grand nombre de technologies de pointe dans le domaine de l'automatisation, du contrôle qualité et de la traçabilité. Il représente un exemple en matière d'industrie durable avec un des engagements les plus forts pour réduire son empreinte carbone et augmenter le rendement de ses installations.

Dans le cadre de mon alternance, j'ai participé à un projet réalisé par Actemium pour le site de Chartres. Ce projet concernait l'installation de tours lumineuses IP65 ainsi que de boutons d'arrêt d'urgence dans la zone de formulation, dans une optique d'amélioration de la sécurité et de la réactivité des équipes de production.

Il était question en priorité dans le premier volet du projet de l'introduction de tours de signalisation lumineuses de couleur blanche, conformes à l'IP65, dans chacune des salles de la zone. Une tour a ainsi été installée en salle de formulation principale, et d'autres en ont été adjointe dans chaque salle de préparation. Ces tours ont pour but d'aviser les opérateurs d'un message ou d'une alarme du système de supervision (SCADA) ; elles permettent ainsi de transmettre aux équipes toute information relative à une situation hors norme qui requiert attention ou intervention, garantissant une plus grande réactivité aux incidents potentiels. Ces tours fonctionnent selon un code couleur très simple et intuitif : vert pour le manque de problème détecté, jaune pour un avertissement dans le processus de formulation, rouge pour indication d'une alarme entraînant une intervention. Un aspect important de cette installation se trouve dans la synchronisation des tours lumineuses : si une alarme se déclenche dans l'une des salles, toutes les tours de la zone passent immédiatement au rouge, mettant ainsi en alerte l'ensemble de l'effectif peu importe le lieu où il se trouve.

En parallèle, un deuxième axe du projet a consisté à renforcer la sécurité des installations par l'ajout de boutons d'arrêt d'urgence. Ces boutons ont été positionnés à des emplacements stratégiques, notamment à proximité des cuves, afin d'être accessibles rapidement en cas de problème. Lorsqu'un de ces boutons est activé, l'information est transmise à l'automate et au système SCADA. Cela permet une

supervision centralisée de ces actions sans arrêt brutal via l'IHM, tout en assurant une sécurité optimale.

b. Livrables attendus

Les schémas de l'armoire électrique feront l'objet d'un premier livrable : il s'agira d'un schéma multifilaire, complets, explicites pour chacun des composants électriques (alimentation, relais, disjoncteurs, automates, borniers, etc.) ainsi que des protections repérant leurs circuits associés, accompagnés des liaisons vers les dispositifs externes (boutons d'arrêt d'urgence, tours lumineuses, réseau Ethernet, etc.) pour donner une perception fonctionnelle de la conception électrique.

Le second livrable est le plan d'implantation de l'armoire, qui correspondra à la disposition physique précise de tous les matériels au sein du coffret. Je respecterai à cet effet les mesures minimales requises pour garantir une ventilation correcte, une accessibilité correcte et la sécurité des interventions. Les dimensions réelles des composants et du bâti seront indiquées, et je vérifierai la compatibilité de l'ensemble ainsi défini avec l'environnement d'installation.

Enfin, je réaliserai une nomenclature détaillée des matériels utilisés dans le montage qui rassemblera pour chaque élément sa référence fabricant, sa désignation, sa quantité et ses caractéristiques techniques. Soudée au schéma électrique, elle assurera la traçabilité de chaque élément et contribuera à la gestion des approvisionnements, au montage en atelier, ainsi qu'aux opérations de maintenance ultérieures.

III. Mise en œuvre

1. Formation SEE Electrical

a. Schéma Electrique

Au sein du cadre de mon alternance, j'ai eu la chance de suivre une formation intensive de deux semaines sur le logiciel See Electrical, un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) pour les schémas électriques industriels, qui avait pour but de me rendre autonome dans la réalisation de plans électriques complets, détaillés et selon les normes, en lien avec les projets d'Actemium pour le site de Novo Nordisk. Durant cette formation, j'ai traité de multiples éléments fondamentaux comme la prise en main du logiciel (interface, gestion des projets, organisation des pages et folios) puis j'ai appris à réaliser des schémas électriques détaillés faisant appel à l'insertion de symboles normalisés (exemples : disjoncteurs, relais, borniers, automates), routage des fils, numérotation automatique mais également ajout d'équipements issus des « bibliothèques constructeur ».

Un aspect primordial de la formation a également été la gestion des borniers et des câbles, fondamentale pour assurer la cohérence des connexions sur le terrain. J'ai pu me former à la production de nomenclatures automatiques, la génération de plans d'implantation d'armoire à partir des schémas, ainsi que le référencement croisé entre les composants.

La formation a aussi été concrétisée par des cas pratiques inspirés de situations réelles, ce qui m'a permis d'appliquer les fonctionnalités du logiciel sur des projets concrets.

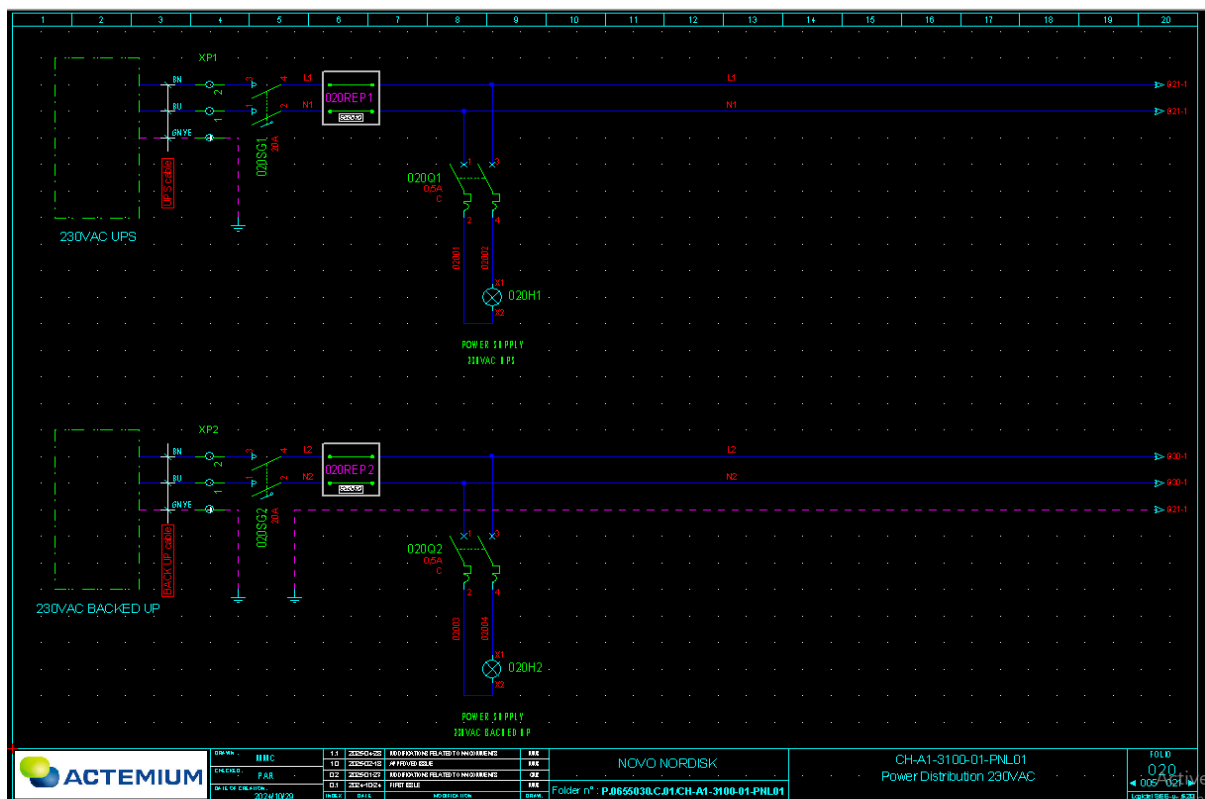


Figure 5 Schéma départs 230V, document interne

La figure ci-dessus est une partie du schéma pour NOVO NORDISK **Voir Figure 5**, le schéma présente une double alimentation en 230 V, provenant, pour l'une, d'un onduleur (UPS) et, pour l'autre, d'un système de secours (back-up). Dans les deux cas, l'alimentation arrive par un bornier (XP1 ou XP2), puis passe par un sectionneur 20 A permettant de couper (pour des raisons de sécurité ou de maintenance) courant.

Ensuite, nous passons par un répéteur (REP1 et REP2), qui relaye l'alimentation vers le reste du circuit. Suivent alors deux disjoncteurs de 0,5 A pour chaque ligne (Q01 et Q02), qui protègent les lampes de présence tension (H1 et H2), en se mettant en sécurité pour indiquer là aussi que la tension est présente pour la partie du circuit correspondante, repère visuel important pour les intervenants.

b. Schéma d'implantation

Dans le cadre de ma formation sur See Electrical, j'ai également travaillé sur l'implantation, fonction qui permet de définir dans le détail l'implantation physique de tous les composants à l'intérieur d'une armoire électrique. Cette étape qui vient compléter la partie schématique permet de savoir où et comment concrètement les différents éléments vont être positionnés dans le coffret.

La fonction implantation de See Electrical repose sur plusieurs principes mais fondamentaux :

- Implantation des composants sur une plaque de montage

On part d'un espace de travail qui représente une vue 2D de l'armoire, où l'on vient insérer les composants, un à un : disjoncteurs, relais, borniers, automates ... Ces éléments sont le plus souvent directement importés des schémas, ou depuis les bibliothèques du logiciel.

- Respect des dimensions des composants

Chaque composant est associé à des dimensions précises, ce qui facilite la simulation d'une implantation fonctionnelle et conforme à la réalité, et évite les problèmes d'encombrement, de manque d'espace ou d'inaccessibilité sur le montage réel.

- Organisation logique et ergonomique

L'implantation vise à faciliter l'intervention des électriciens : les composants doivent être accessibles, les borniers bien placés pour le câblage et les distances entre éléments suffisamment importantes pour respecter la norme en matière de sécurité (ventilation, câblage, maintenance...).

- Numérotation et repérage automatiques

Les composants implantés conservent leur référence du schéma électrique, assurant une bonne adéquation entre partie fonctionnelle (schéma) et partie physique (implantation), et permettant de générer automatiquement les plans d'implantation à joindre au dossier technique.

- Préparation à la fabrication

Figure 1: Mechanical layout of the test system. The diagram shows a top-down view of a rectangular test system with dimensions 800 mm (width) and 2000 mm (length). The layout is divided into several functional blocks: POWER, CONTROL, and a central processing area. The POWER blocks include a main power supply at the top, a power distribution unit (PSU) in the middle, and a power control unit at the bottom. The CONTROL blocks include a control unit (CU) in the middle, a control interface (CI) at the bottom, and a control display (CD) at the top. The central processing area contains a large array of modules, including a main processor (MP), a memory unit (MU), and various peripheral modules (PM). The layout is enclosed in a yellow border, and the dimensions are indicated by arrows and text labels.

En haut, se trouvent normalement les éléments de protection et de commande (disjoncteurs, relais, alimentations), au centre, les automates (PLC) et modules d'entrées/sorties, et en bas, la partie répartition ainsi que les borniers de raccordement (facilitant ainsi le raccordement à l'installation des câbles de terrain). Les espacements entre chaque rail sont bien respectés afin d'assurer une bonne circulation de l'air et aussi pour qu'un éventuel intervention puisse se faire facilement. Les dimensions (500 mm de large, 2000 mm de haut) sont bien indiquées, permettant ainsi de vérifier les compatibilités

avec le coffret physique utilisé. Ce type de vue (implantation) est là pour valider l'encombrement, anticiper les longueurs à prévoir ainsi qu'assurer la conformité du montage avec les normes électriques.

2. Début projet NOVO NORDISK

a. Etude/Création

En vue de débiter l'étude, j'assistai donc à une réunion de lancement du projet électrique, qui a permis de définir les aspects techniques et matériels principaux de l'installation à venir, en présence des différents acteurs du projet (électricien, automaticien, chef de projet,...).

Plusieurs sujets majeurs ont bien été abordés :

- Les dimensions du coffret électrique à utiliser, pour s'assurer qu'il puisse contenir tous les équipements nécessaires dans un respect des normes de dimensionnement et d'accessibilité.
- Le choix de l'automate : il a été décidé d'un Siemens S7-1500, et 8 cartes de communication, afin d'assurer les échanges avec les différents équipements du système.
- L'intégration d'un module déporté ET200, qui permettra de simplifier le câblage et d'assurer la gestion de signaux à distance.
- La présence de 3 colonnes lumineuses, demandées par le client, pour indiquer l'état des alarmes et du processus dans les différentes salles de production.
- Le besoin de 4 boutons d'arrêt d'urgence, disséminés sur plusieurs zones afin de garantir la sécurité des opérateurs
- L'ajout d'un Fiber Panel Unit (FPU), boîtier qui va accueillir les raccordements à la fibre optique.
- Et enfin, la mise en place de 2 switchs Cisco, qui serviront à la communication réseau entre les différents équipements industriels (automates).

À la conclusion de notre réunion de démarrage, nous disposions donc d'une liste bien déterminée d'équipements principaux à intégrer dans le futur schéma électrique et le plan d'implantation :

1 automate S7-1500 + 8 cartes de communication, 1 module déporté ET200, 3 colonnes lumineuses, 5 arrêts d'urgence, 1 boîtier Fiber Panel Unit, 2 switchs Cisco.

Satisfaite, cette première étape essentielle a permis de démarrer l'étude sur des bases solides.

Après cette réunion de lancement, j'ai débuté la phase de conception des schémas électriques à partir du logiciel See Electrical et des Datasheet de tous les équipements, étape essentielle pour représenter de façon claire et précise l'ensemble des connexions entre les divers équipements de l'installation.

Le travail a été réalisé en plusieurs étapes :

- Création des folios et numérotation automatique

Tout d'abord, j'ai créé les différentes pages du dossier électrique (appelées « folios ») dans See Electrical, puis j'ai réalisé un paramétrage de numérotation automatique des composants et des câbles pour garder une cohérence tout au long du projet.

- Implantation des composants principaux

Les composants définis lors de la réunion (organes tels que l'automate S7-1500, ET200, switches, alimentations, etc.) ont été ajoutés dans le schéma. J'ai veillé à respecter les références constructeurs, types de bornes et tensions utilisées (230 Vac, 24 Vdc...).

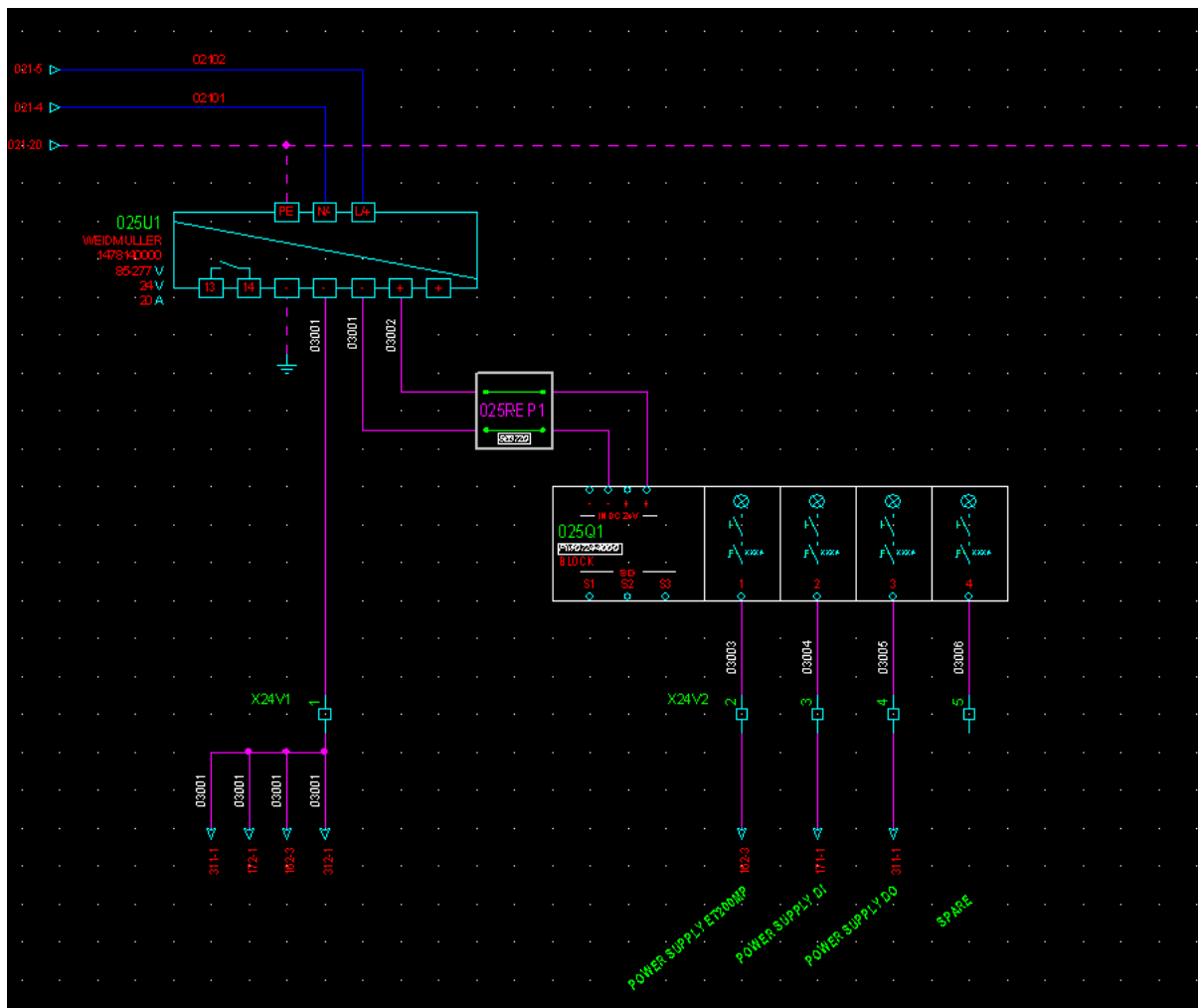


Figure 7 Schéma alimentation 24 VDC, document interne

Sur ce schéma voir **Figure 7**, on voit l'alimentation 24 VDC issue d'un bloc de puissance Weidmüller 230V/24V (025U1), protégée par un disjoncteur électrique. Cette alimentation est ensuite distribuée via un répartiteur (025REP1) vers différents équipements. Chaque ligne est protégée par un module de distribution 24 VDC à fusibles (025Q1), qui alimente notamment les voyants et bornes externes.

- Ajout des symboles normalisés

Pour chaque équipement, j'ai utilisé les symboles normalisés fournis par le logiciel, ce qui permet une lecture facile et conforme aux normes en vigueur.

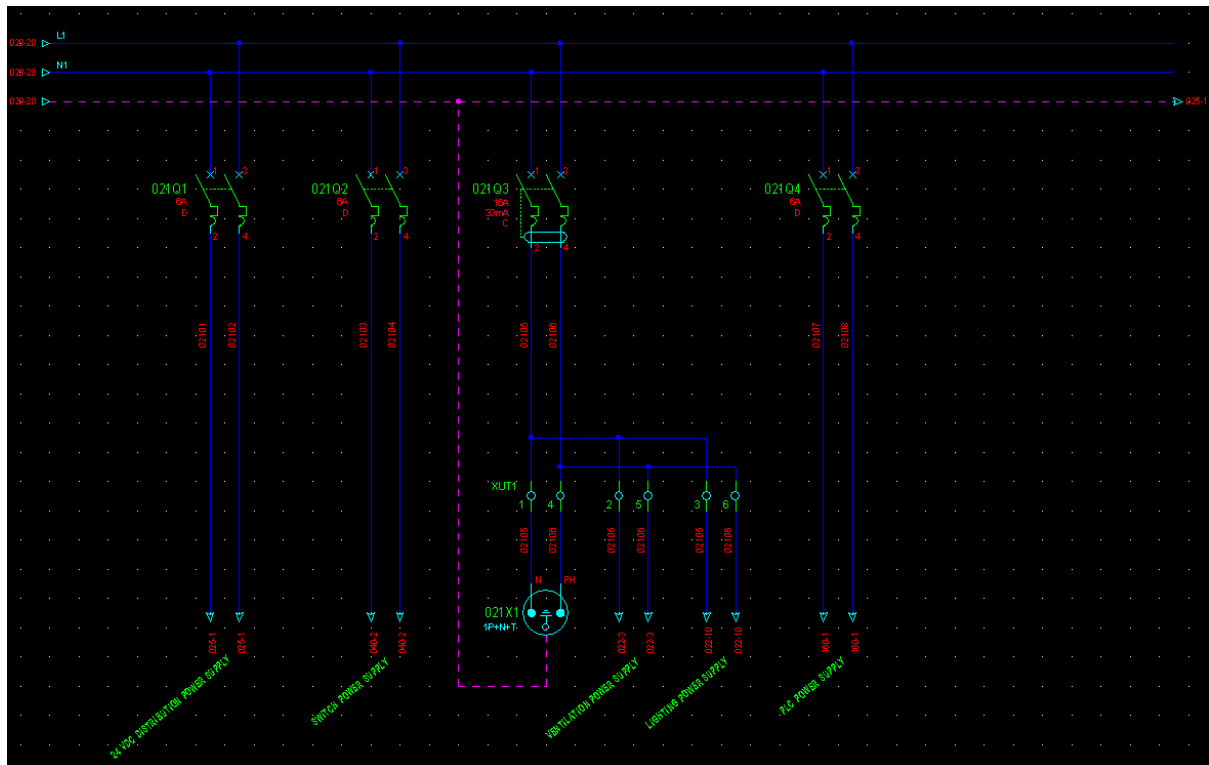


Figure 8 Schéma avec symboles normalisés, document interne

Sur ce schéma **voir Figure 8**, tous les composants sont dessinés avec des symboles normalisés, donc faciles à reconnaître : on voit la phase et le neutre arriver, passer dans quatre disjoncteurs (Q1 à Q4) et être répartis ensuite. Grâce à ces formes standards, n'importe quel électricien comprend immédiatement ce que chaque élément représente.

- Raccordement des entrées/sorties automate

J'ai identifié et connecté les signaux d'entrées/sorties de l'automate aux composants de terrain : arrêts d'urgence, colonnes lumineuses, en respectant les affectations des cartes de l'automate.

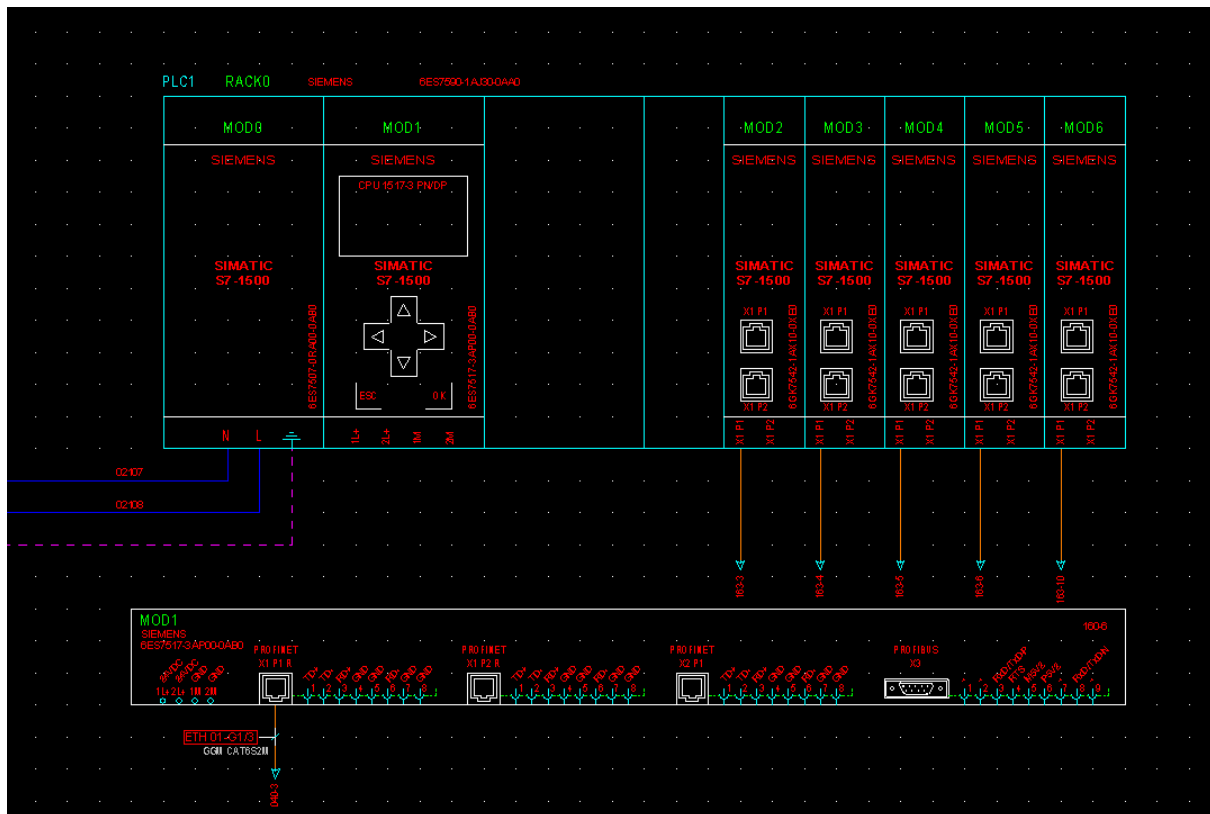


Figure 9 Rack Automate, document interne

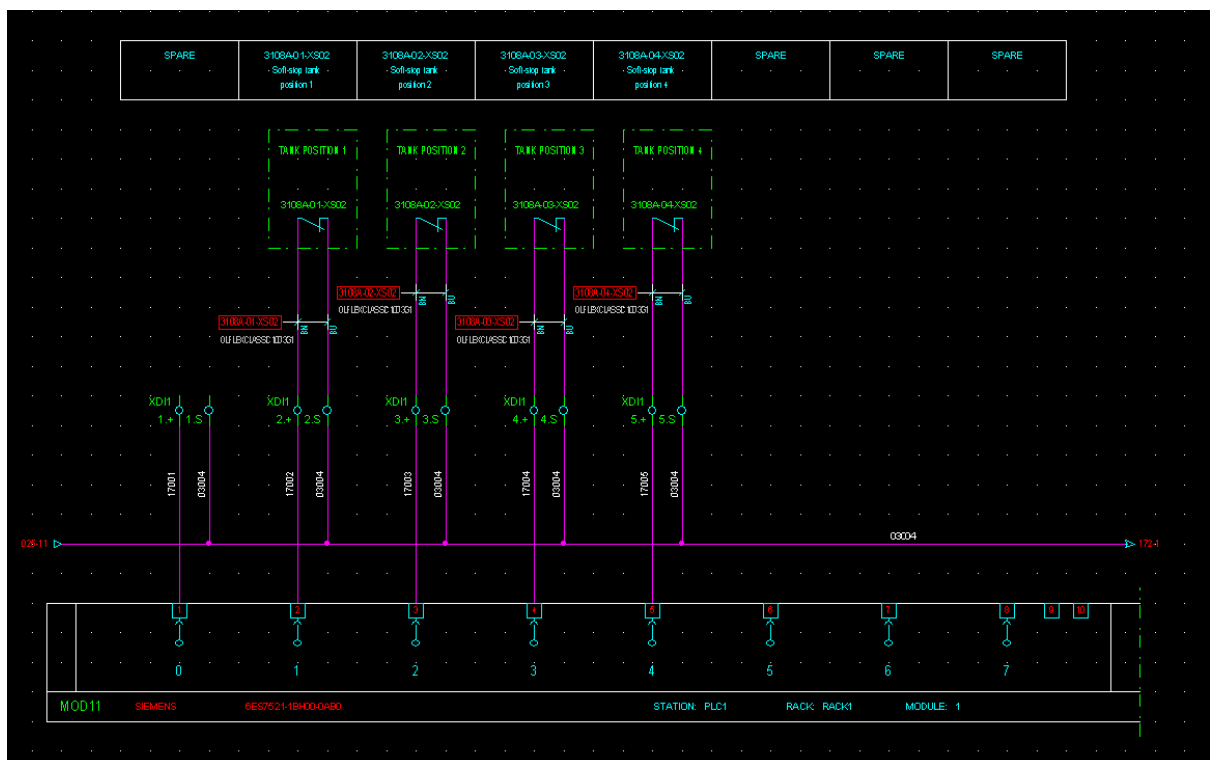


Figure 10 Carte entrée MOD11, document interne

Sur la première image **voir Figure 9**, on voit le rack de l'automate Siemens S7-1500 avec sa CPU à gauche et plusieurs emplacements pour les cartes d'E/S et de communication, chacune reliée à son port.

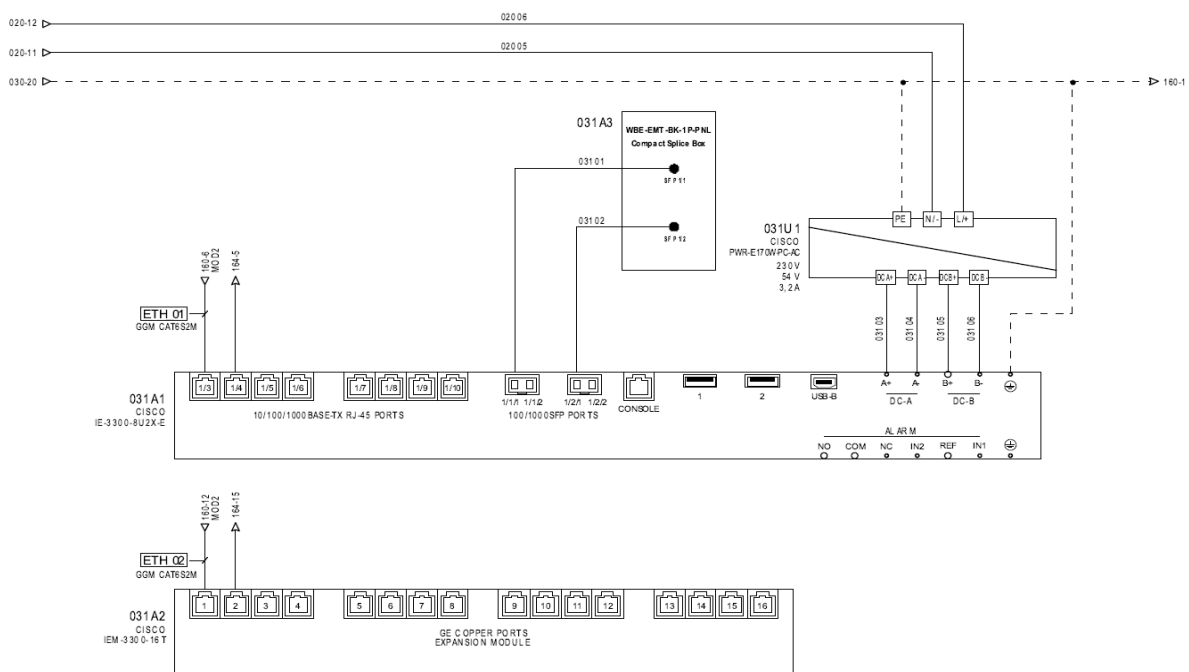
Sur la deuxième image **voir Figure 10**, on distingue les quatre boutons d'arrêt d'urgence câblés sur les entrées d'un module d'E/S : chaque bouton est repéré (2 à 5), connecté au bornier puis à l'entrée correspondante du PLC. Ces deux vues montrent d'un coup d'œil où sont montées les cartes dans l'armoire et comment chaque bouton d'arrêt d'urgence est physiquement raccordé à l'automate.

b. Modification du schéma

Lorsque je modifie un schéma électrique, la première chose que je fais est de mettre à jour l'indice de révision et les historiques des modifications dans le cartouche. L'indice passe de 00 à 01 (ou +1 à chaque fois), j'ajoute la date, mon nom et la brève indication sur les modifications apportées. Cela permet d'informer immédiatement l'utilisateur du document de la version disponible (au niveau date au moins) et des raisons qui l'ont amenée à être changée.

Ensuite, dès qu'il y a du nouveau matériel ajouté, ou du matériel remplacé ou à supprimer, je mets à jour la nomenclature : donc à chaque nouvelle référence de matériel je mets à jour la liste des pièces pour faire apparaître ce nouveau matériel, et je vérifie que les tags de fils, de ports et d'entrée/sortie automate sont tous en accord avec ce qui a été indiqué sur les documents de câblage et d'ordonnancement des pièces.

Cette étape est primordiale car les personnes qui doivent réaliser les câblages, au moins, doivent avoir la bonne référence des matériels utilisés devant les yeux. Je contrôle aussi la cohérence des folios et des renvois internes, car si jamais une feuille est déplacée ou ajoutée, il faut que l'ensemble des renvois croisés et de la pagination soit remis à jour, pour éviter de perdre celui qui aurait besoin d'une information croisée. De la même façon, dès que je vais introduire un nouveau symbole normalisé, j'irai mettre à jour la légende pour l'enrichir jusqu'à y faire figurer tous les symboles présents dans les documents.



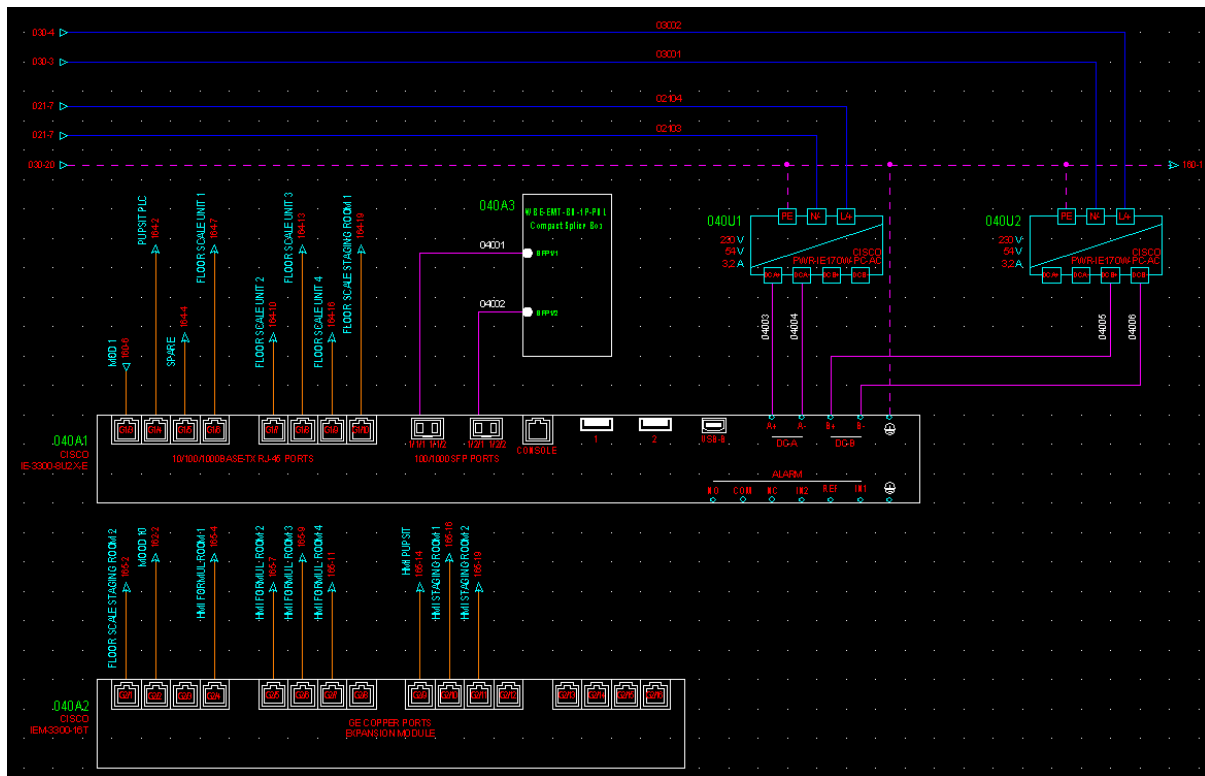


Figure 12 Schéma switches dernière version, document interne

À la suite du retour du chef de projet, j'ai ajouté une alimentation de secours 230 V (040U2) en parallèle de l'alimentation principale (040U1) pour garantir la continuité de service des deux switches (040A1 et 040A2) en cas de coupure de courant **voir Figure 11, comparé à la Figure 12**. J'ai également mis à jour les liaisons Profinet et SCADA en inscrivant directement les tags (G1/3, G1/4, etc.) sur les ports concernés, ce qui améliore la traçabilité et simplifie la configuration du réseau.

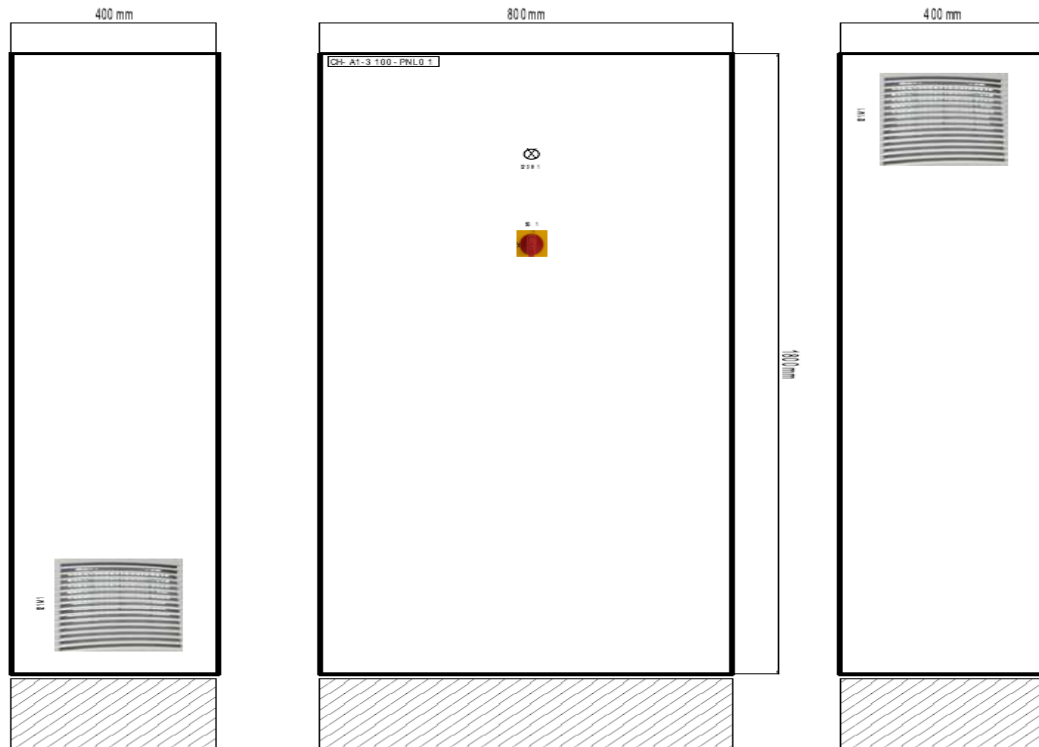


Figure 13 Schéma implantation première version, document interne

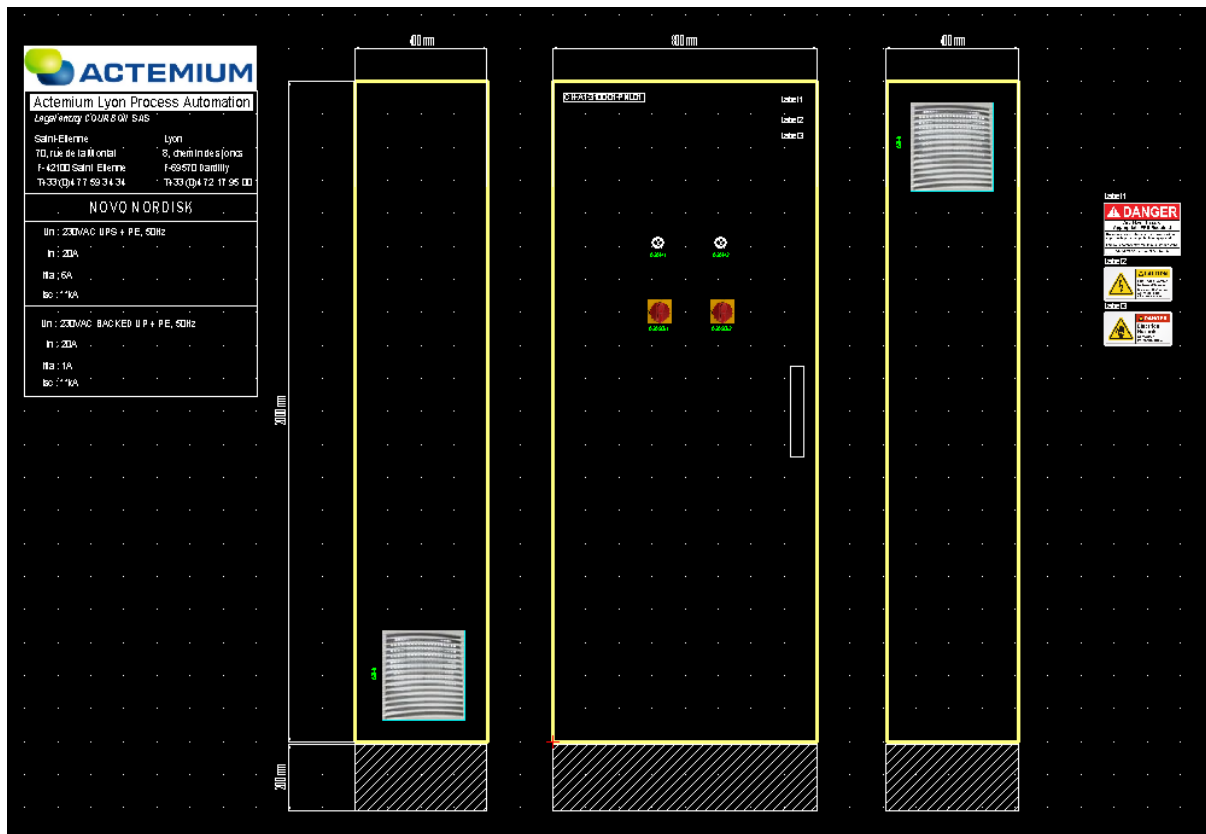


Figure 14 Schéma implantation dernière version, document interne

En menant une comparaison entre la version initiale **voir Figure 13** et la plus récente du plan d'implantation **voir Figure 14**, il a été établi un second sectionneur pour l'alimentation permanent en 230 V et sa lampe de présence de tension visuel pour montrer l'état de ce circuit. J'ai représenté la poignée par un simple rectangle sur la porte, afin de montrer sa position exacte. En termes de dimension, l'armoire passe de 600 × 300 × 300 mm à 1 800 × 800 × 300 mm puis, après accord de mon chef de projet, à 2 000 × 800 × 300 mm et, dans le même temps, j'ai ajouté la cote du socle pour respecter la stabilité tout en assurant l'accessibilité. Et enfin, toutes les étiquettes demandées par le client ont été ajoutées sur la face avant et les flancs afin de faire respecter le cahier des charges.

3. Finalisation de l'étude électrique NOVO NORDISK

a. Confirmation du client

La validation du client constitue une étape clé dans tout projet industriel. Elle permet de s'assurer de la conformité des documents techniques (schémas, plans d'implantation, nomenclatures) aux attentes et exigences du client et du cahier des charges préalablement définis, avant passage en fabrication ou en câblage. Cela permet d'éviter les retards dus à des modifications de dernière minute, d'accroître la confiance du client et de s'assurer de la traçabilité des décisions. La confirmation formelle constitue également, sur le plan juridique, une garantie du projet, en figeant une version « approuvée » qui fera ensuite référence jusqu'à la mise en service.

J'ai d'abord actualisé l'ensemble des documents auprès du chef de projet, en l'occurrence le responsable de la communication avec le client. Chaque PDF intégrait bien un cartouche à jour portant les dernières modifications validées par le responsable du bureau d'études électriques.

La réunion de validation a eu lieu sans ma présence, et à l'issue de celle-ci, j'ai tout de suite pu apporter deux ou trois petits ajustements signalés par le client. Quelques jours plus tard, lors d'une relation avec les représentants de Novo Nordisk, nous avons passé l'intégralité des schémas en « APPROVED ISSUE », qui intègrent parfaitement les exigences du cahier des charges, et la compatibilité électrique a été validée par mon chef de BE, **voir Figure 15**

1.1	MODIFICATIONS RELATED TO NN COMMENTS	2025-04-28	MMC	PAR	TCY
1.0	APPROVED ISSUE	2025-03-18	MMC	PAR	TCY
0.2	MODIFICATIONS RELATED TO NN COMMENTS	2025-01-27	CMZ	PAR	TCY
0.1	FIRST ISSUE	2024-10-24	MMC	PAR	TCY
INDEX	MODIFICATION	DATE	DRAWN	CHECKED	APPROVED

Figure 15 Indice de révision "APPROVED ISSUE", document interne

Enfin, le client m'a contacté pour obtenir une copie du projet See Electrical en vue d'une installation sur leur site de Tianjin (Chine). Le dossier était strictement identique, à l'exception de la référence de prise interne à l'armoire, que j'ai remplacée afin de répondre aux normes électriques chinoises. **Voir Figure 16**

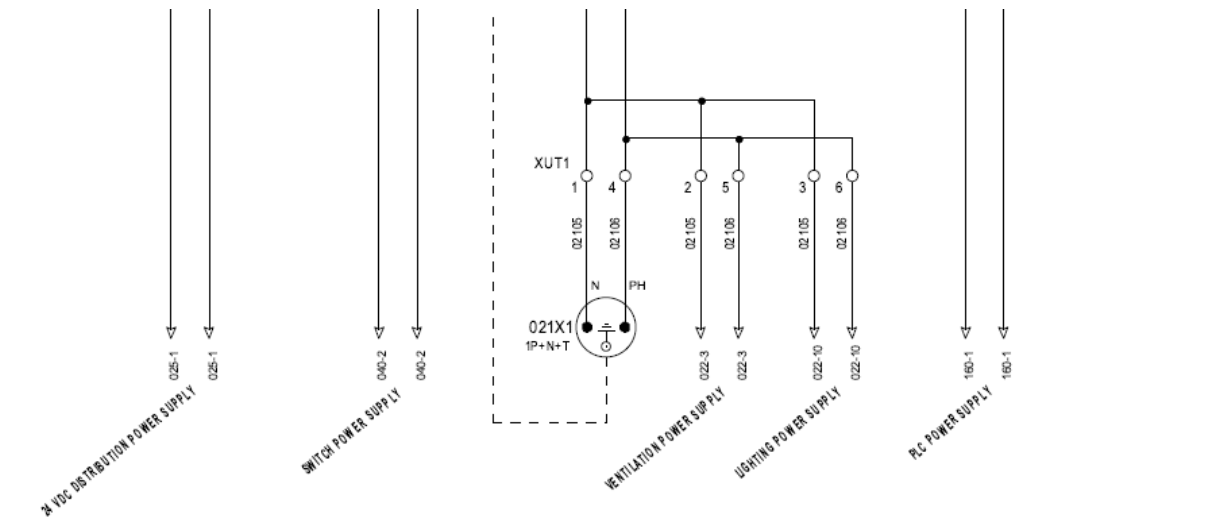


Figure 16 Référence matériel à changer sur le SEE pour Tianjin, document interne

b. RDV Tableautier

Dans le but d'initier la phase de réalisation de l'armoire, j'ai pour commencer échangé avec le chef du bureau d'études pour qu'il me renseigne sur quels installateurs (tableautiers) étaient habituellement sollicités. Ce dernier a vérifié et, avec son accord, j'ai demandé à deux entreprises un chiffrage pour identifier celle qui serait la plus économique pour Courbon.

J'ai ensuite réalisé une visite du site de BIEE à Saint-Chamond, au cours de laquelle j'ai découvert plus concrètement le métier de tableautier, de la découpe du coffret à la disposition des équipements et des rails DIN, en passant par le calcul des longueurs de fils et le repérage des différentes parties composantes. Cette immersion a été très formatrice d'autant que je suis en alternance et que j'avais deux semaines disponibles pour approfondir ce retour de terrain.

Une fois ces éléments collectés, mon responsable hiérarchique a annoncé le choix de la seconde entreprise avec l'aval du client. Après mon retour de cours, j'ai eu la chance de visiter cette installation, beaucoup plus grande que la première qu'on avait imaginée, et notamment j'y ai vu cette machine de découpe automatique de coffrets, impressionnante par sa taille et sa précision. Cette société détient également de vraies garanties côté délais, du fait de solides partenariats avec de grands fabricants de composants (Schneider, etc.).

Ce même jour, j'ai rencontré le technicien ayant la charge technique du montage de l'armoire, pour pouvoir aborder les points techniques : l'emplacement du ventilateur à l'avant ne convenait pas. Il a été décidé de le déplacer sur un côté de l'armoire. En parallèle, nous avons validé le code couleur des fils, la disposition des barres de terre, et vérifié ensemble la liste des équipements fournis par Courbon (les deux switches Cisco par armoire, leurs alimentations ainsi que toutes les cartes automates) pour lister d'éventuelles manques. Mon chef, présent pendant toute la réunion, a pris des contacts pour la livraison des composants manquants dès le lendemain.

De retour au bureau, j'ai mis à jour les plans d'implantation pour intégrer le ventilateur latéral et les dernières remarques du tableautier. Aujourd'hui, l'armoire est en cours d'assemblage chez notre prestataire, et la phase de câblage pourra démarrer dès réception de tous les éléments.

c. Rendu final de l'armoire

Concernant la phase finale de mise en œuvre de l'armoire, je me tourne vers le tableautier à la recherche de photos du coffret et en cours d'assemblage **voir Figure 17 et Figure 18**. Ces clichés, bien que partiels car quelques éléments manquent encore à la commande, me permettent de constater le bon avancement du montage. Parallèlement et immédiatement, j'intègre une dernière modification de l'implantation, à savoir le lieu d'alimentation du switch Cisco pour des raisons de confort **voir annexe 2 pages 31**. Je peux donc reconfigurer le disjoncteur sur l'emplacement exact utilisé sur l'armoire, d'après les spécifications du tableautier.

Enfin j'enregistre ces configurations dans See Electrical, afin que le schéma soit à même de représenter correctement la configuration physique actuelle de l'armoire. Après approbation du chef du bureau d'études électriques et du chef de projet, les schémas modifiés sont transmis au client.



Figure 17 Armoire en cours de montage, document tableautier



Figure 18 Face avant de l'armoire, document tableautier

IV. Conclusion Technique

À l'issue de cette mission d'études et de conception pour le site Novo Nordisk de Chartres, les schémas électriques unifilaires et multifilaires, le plan d'implantation et la nomenclature, sont constitués et rigoureux pour passer à la phase de câblage et d'assemblage. L'application du logiciel See Electrical se révèle centrale au processus : la capacité de relier automatiquement chaque symbole normalisé à sa référence constructeur, de propager les modifications de numérotation à l'ensemble des folios, de générer la liste de matériels à jour ont permis d'assurer une parfaite adéquation entre la partie fonctionnelle et la partie physique du projet.

La première étape a consisté à produire un schéma multifilaire qui apportera la précision nécessaire pour le câblage des automates, des borniers et des dispositifs de protection. Réalisée sous See Electrical, cette représentation est issue d'une même base de données, ce qui réduit les risques d'erreur et permet de maintenir à jour simultanément les deux vues.

Un soin particulier a été porté à l'implantation, l'armoire de dimensions 2 000 × 800 × 300 mm devant permettre un accès ergonomique aux rails DIN, au S7-1500, au module ET200, aux disjoncteurs, aux sectionneurs, aux alimentations redondantes et aux bornes de raccordement. Les modifications successives comme l'ajout d'un second sectionneur pour la puissance de secours, repositionnement des ventilateurs, création de marges pour saisir les poignées et apposition des étiquettes. Le retour du tableautier et les photos de l'armoire au stade du montage ont permis de valider notre implantation physique en vue d'ajuster les dimensions du socle et de localiser les points de perçage avant la fabrication définitive.

Dans le plan électrique, la redondance de la source d'alimentation 230 V principal/secours contribue à la fiabilité du dispositif, assurant ainsi la continuité de service des commutateurs Cisco et du réseau Profinet/SCADA. Chaque ligne bénéficie d'un circuit de protection dédié, clairement identifié sur les schémas unifilaires, tandis que les liaisons extérieures (arrêts d'urgence, tableaux lumineux, boîtier Fiber Panel Unit) sont nommées, ce qui simplifie la mise en service et l'entretien. En matière de communication la séparation physique du trafic Profinet et SCADA sur deux switches distincts (040A1 et 040A2) garantit la fiabilité des échanges entre l'automate et la supervision. L'emploi des tags (G1/3, G1/4, etc...) sur les ports concernés a permis effectivement une configuration automatique et une traçabilité exemplaire. L'usage de modules de communication ET200 à des points stratégiques réduit la longueur de câblage et simplifie le positionnement des capteurs et des actionneurs sur le terrain.

La phase de validation a donné lieu à de nombreuses itérations. La première revue, interne, avec le chef du bureau d'études électriques a permis de corriger quelques détails, notamment concernant les dimensions de l'armoire et l'orientation des ventilateurs ; la seconde validation, menée par le chef de projet lors du comité de pilotage avec le client, a permis de garantir la conformité au cahier des charges et de procéder aux derniers ajustements intégrés directement dans See Electrical. La version finale a été validée, À l'issue de cet échange a été soulignée l'importance de la traçabilité de toutes les sources de modifications, à savoir la table des révisions, le cartouche et la nomenclature. Les outils de See Electrical (légende automatique des symboles, numérotation croisée des folios) ont permis d'accélérer les mises à jour et, par paliers, de réduire les risques de propagation des erreurs. Cette rigueur documentaire s'impose dans un univers pharmaceutique où la qualité et la sécurité des installations ne peuvent souffrir d'aucun compromis.

En somme, concevoir un dossier proche de l'identique pour le site Taijin (Chine), où la seule modification à apporter concerne la référence de prise interne pour respecter la réglementation locale, montre toute la flexibilité de notre modèle : il suffit d'adapter quelques paramètres dans See Electrical pour générer rapidement une nouvelle version conforme à un contexte international. Pouvoir répliquer et localiser un projet électrique constitue un atout stratégique pour l'entreprise et témoigne de l'ambition industrielle qui l'anime vis-à-vis de l'outil CAO.

En conclusion, la maîtrise de See Electrical et la rigueur de l'organisation des phases de conception, de validation et de réalisation ont permis de livrer un dossier électrique opérationnel, conforme aux délais et aux normes en vigueur. Ce projet atteint la cible d'une solution robuste, évolutive et prête à être mise en œuvre rapidement sur site tout en préservant la sécurité des opérateurs et la qualité requise au niveau pharmaceutique.

V. Bilan personnel

Cette alternance m'a d'abord permis de maîtriser en profondeur See Electrical, depuis la création et la numérotation automatique des folios jusqu'à la mise à jour en temps réel de la nomenclature et des plans d'implantation. J'ai appris à mettre en œuvre avec précision les bibliothèques des constructeurs, à personnaliser les symboles normalisés et à gérer les révisions sur ces compétences que je réutiliserai sur de futurs projets, notamment en abordant la mise à jour des schémas bénéficiaires dans See Electrical en utilisant des techniques spécialisées judicieusement choisies.

La collaboration avec le chef de projet, le bureau d'études électriques et le tableautier m'a appris l'importance de la communication interdisciplinaire mais aussi comment tenir compte des contraintes mécaniques de l'atelier (gabarits de perçage, choix des emplacements des rails DIN, ventilation) tout en préservant l'intégrité fonctionnelle du schéma électrique. Ce travail transversal me permet aujourd'hui d'anticiper les problèmes liés à la mise en œuvre lors de la phase de conception.

Gérer les retours du client et ajuster rapidement les documents m'a également entraîné à travailler sous fortes contraintes de délais : qu'il s'agisse d'ajouter un disjoncteur de secours ou de modifier le format de l'armoire, j'ai développé une méthode de travail structurée pour ne jamais retarder l'avancement du projet. Cette réactivité renforce ma confiance dans ma capacité à piloter un dossier électrique complet et à livrer des documents prêts à l'emploi.

Enfin, cette expérience a donné lieu à une proposition d'ébauche de contrat pour l'année prochaine, symbole de la confiance accordée par la société à mon égard et du savoir-faire qui m'a été à ce jour transmis. Cette proposition me motive à poursuivre ce chemin professionnel, me garantissant ainsi de développer mes compétences sur des projets techniques exigeants et à haute valeur ajoutée.

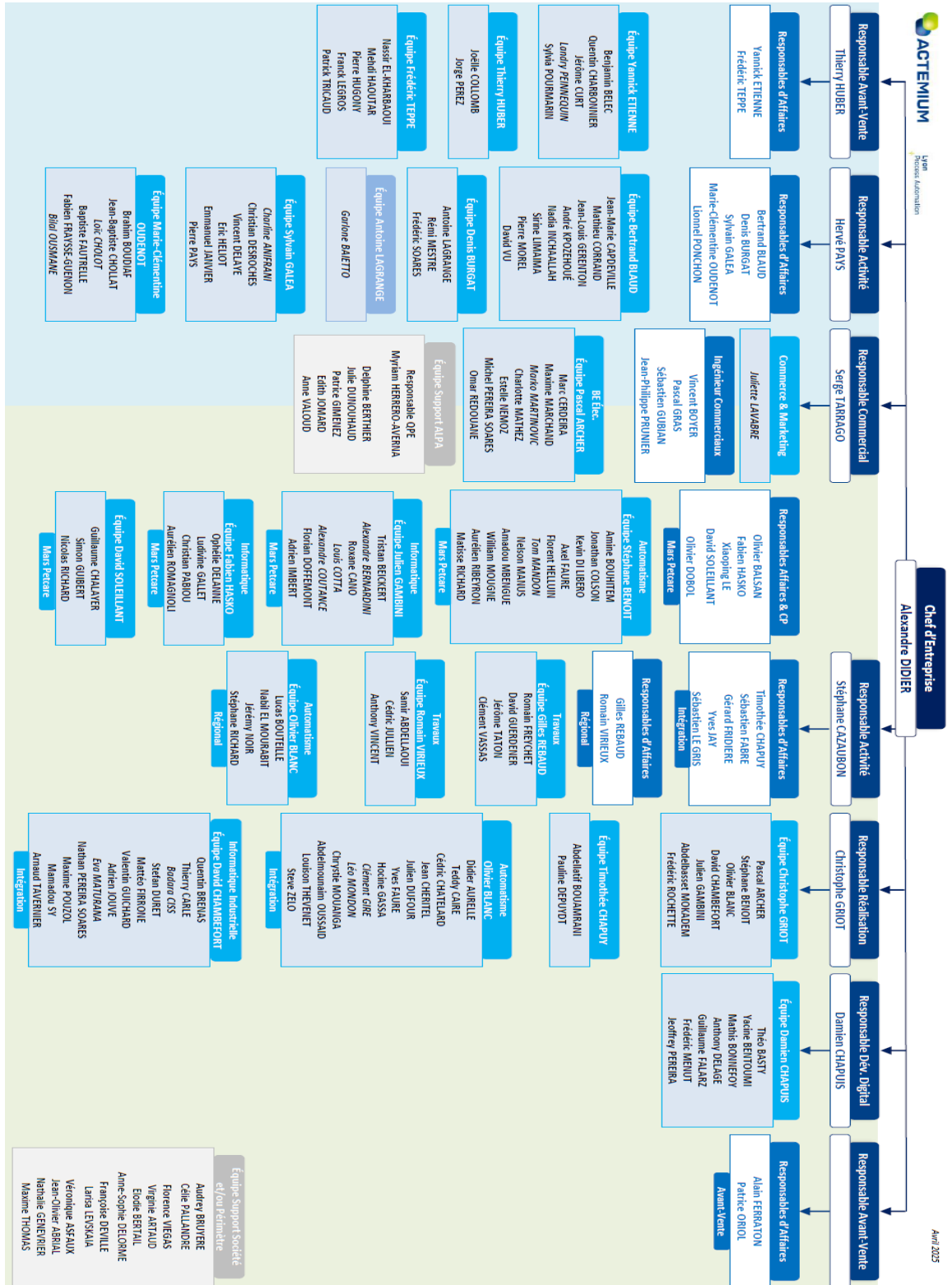
VI. Annexes

Sommaire des annexes :

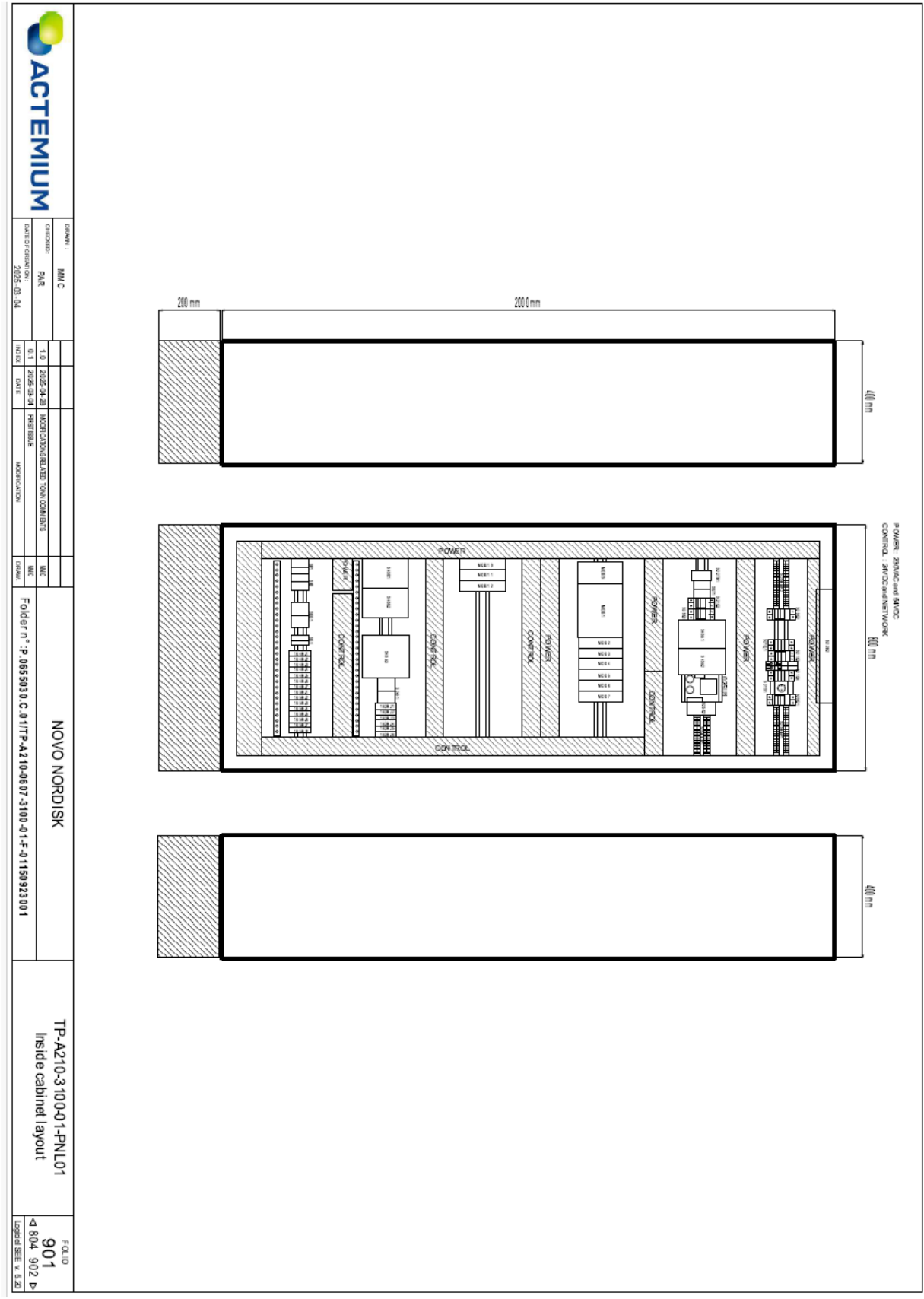
Annexe 1 : Organigramme complet ALPA.....31

Annexe 2 : Implantation finale.....32

Annexe 1 : Organigramme complet ALPA



Annexe 2 : Implantation finale



VIII. Bibliographie

<https://www.vinci-energies.com/>

<https://www.ige-xao.com/fr/fr/see-electrical-expert/>

BUT GEI

(Génie Electrique et Informatique Industrielle)

ETUDE/CONCEPTION DE SCHEMA POUR UNE ENTREPRISE PHARMACEUTIQUE

Résumé

Ce rapport retrace mes dix mois d'alternance chez Actemium Lyon Process Automation sur le projet Novo Nordisk à Chartres, où j'ai pris en charge, sous la supervision de mon chef, la conception puis la validation de schémas électriques et de plans d'implantation sous See Electrical. J'ai étudié l'installation de tours lumineuses en IP65, de boutons d'arrêt d'urgence et d'une armoire pilotée par automate S7-1500, en prenant en charge les modifications évoquées par le chef de projet ainsi que la validation client. Je me suis également occupé de piloter la phase atelier avec le tableautier (chiffrage, visites d'usine, ajustements mécaniques) jusqu'à la montée des armoires, cette période de travail m'a permis d'étendre mes compétences techniques dans le domaine de l'électricité industrielle, tout en m'apportant rigueur dans la documentation et travail en équipe pluridisciplinaire. Aujourd'hui, le dossier complet est approuvé et prêt pour le déploiement sur site.

Mots clés

Schéma électrique – SEE – Implantation – Formation – NOVO NORDISK – Mise à jour – Automate – Equipements – Etude