

# Génie mécanique



## Guide pour le volet pratique de la formation en conception

---

Ce document a été préparé avec la collaboration du  
professeur **Vincent François, ing., Ph. D.**, directeur du  
comité de programme de 1er cycle en génie mécanique  
à l'Université du Québec à Trois-Rivières

## Table des matières

<u>Introduction</u>	<b>3</b>
<u>Description d'un projet de conception en génie mécanique</u>	<b>4</b>
<u>Exemples de projets de conception en génie mécanique</u>	<b>7</b>
<u>Annexes : projet de conception réalisé dans le cadre du cours GMC-1044</u>	<b>8</b>

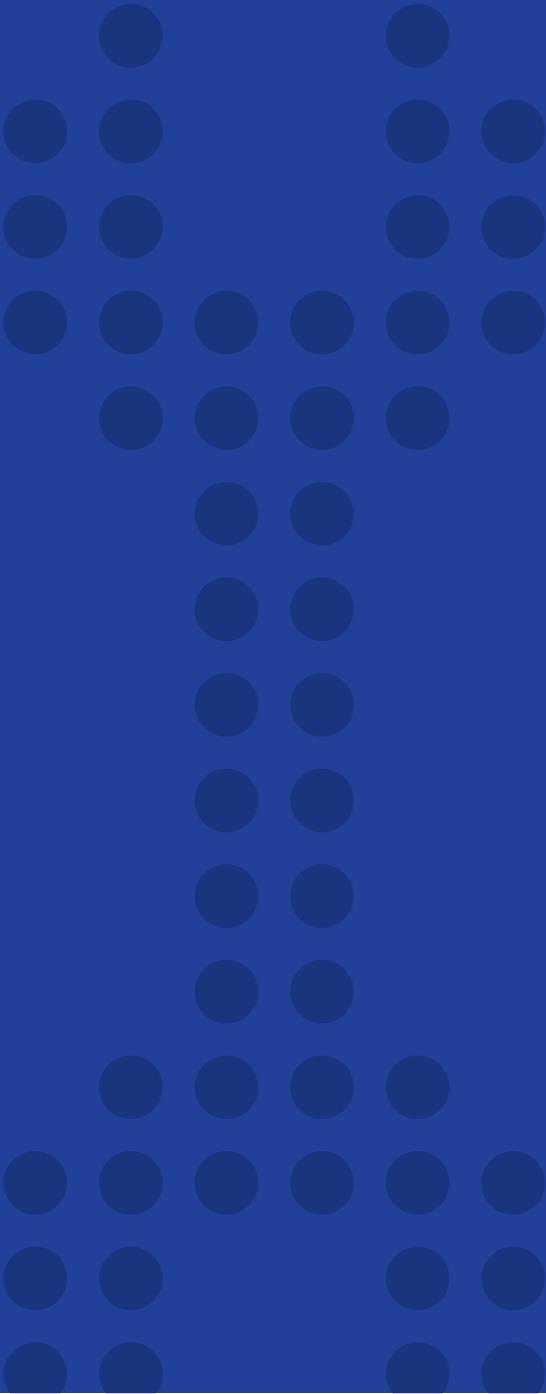
# Introduction

Pour réaliser un projet en conception, on doit se baser sur la méthodologie de la conception en ingénierie dont traitent les livres suggérés dans le volet théorique. Il faut aussi recourir à des outils appropriés aux approches et aux méthodes à mettre en œuvre. C'est précisément le but de ce document : guider le candidat et la candidate dans l'accomplissement d'un projet de conception en génie mécanique.

Vous trouverez dans ce guide, d'une part, une description des principales étapes (ou phases) d'un projet de conception en génie mécanique et, d'autre part, des renseignements sur les outils à utiliser et les approches ou techniques à appliquer.

En complément, nous reproduisons à titre d'exemple un cahier des charges et un projet élaboré par des étudiants.

# Description d'un projet de conception en génie mécanique



Le génie mécanique est une discipline faisant appel à des connaissances multidisciplinaires en sciences du génie. La plupart des projets se rapportent au développement de produits ou de postes de fabrication de produits. Les projets concernant le génie mécanique sont essentiellement effectués dans des industries, des bureaux d'ingénieurs ou pour des services gouvernementaux ou municipaux.

Chaque projet vise à trouver des solutions à une ou des lacunes dans une situation donnée. Le projet permet soit d'améliorer un produit existant, soit de concevoir un nouveau produit pour répondre à un nouveau besoin.

Un projet type est divisé en 5 étapes :

- l'analyse d'une problématique et la formulation d'un cahier des charges;
- la conception préliminaire;
- la conception détaillée;
- la réalisation;
- la validation.

## Étape 1 : Analyse d'une problématique et formulation d'un cahier des charges

- 1. Formulez le problème : décrivez la problématique ; déterminez les objectifs du projet et les résultats attendus.**
  - a. Faites la description détaillée de l'ensemble des fonctions et spécifications techniques.
  - b. Indiquez les normes, lois et règlements devant être pris en compte dans le projet, en particulier pour ce qui concerne la santé-sécurité et les impacts potentiels sur l'environnement.
  - c. Déterminez les critères d'évaluation et le barème qui permettent l'atteinte des objectifs, la cohérence avec les spécifications et le respect des restrictions.
- 2. Dessinez un arbre fonctionnel du projet, qui permet d'organiser chaque fonction dans plusieurs sous-projets. Précisez qui est responsable de chaque fonction.**
- 3. Établissez le budget du projet, y compris une estimation des coûts et des revenus du projet.**
  - a. Justifiez les montants et faites la ventilation par sous-projets.
  - b. Précisez à quel moment est attendu chaque flux monétaire.
  4. Établissez une planification et un échéancier détaillés, présentés notamment sous la forme d'un diagramme de Gantt.

## Étape 2 : Conception préliminaire

- 1. Cherchez des solutions.**
  - a. Procédez à des séances de remue-méninges (brainstorming).
  - b. Éliminez rapidement les solutions les plus loin des objectifs par une étude de praticabilité.
- 2. Effectuez le processus de sélection.**
  - a. Décrivez les solutions restantes.
  - b. Effectuez un dimensionnement grossier des différentes solutions.
  - c. Préparez une étude comparative des solutions restantes pour obtenir la convergence vers la solution retenue.
- 3. Déterminez quelle est la solution retenue.**

## Étape 3 : Conception détaillée

Indiquez les étapes et les éléments de conception de la solution retenue, en précisant les techniques et les outils d'ingénierie utilisés (tableau 1). Cette section peut inclure, par exemple, des analyses structurelles, des itérations de design, des analyses d'écoulement d'air, du code, des calculs de puissance, des calculs de tolérancement, des mises en plan. Bref, tout ce qui permet à un sous-traitant de faire la réalisation ou la reproduction de votre projet.

**Tableau 1. Outils utilisés pour faire la conception détaillée selon les types de projets à réaliser.**

Exemple de projet	Outils nécessaires	Exemple d'outils commerciaux
<b>Conception de mécanisme et conception des éléments de machines</b>	Analyse de mécanisme	Évaluer le temps nécessaire à la réalisation de certaines tâches et la façon dont le travail est réalisé
<b>Calcul de dimensionnement des éléments de machine en fatigue et statique</b>	Minitab ou Excel	Exploiter un grand volume de données pour déceler des non-conformités, des anomalies, etc.
<b>Tolérancement</b>	SolidWorks Motion	Exploiter un grand volume de données pour déceler des comportements, des tendances, etc.
<b>Automatisation d'une chaîne de montage</b>	Programmation d'automate	Grafcet ladder
<b>Conception et programmation d'un robot</b>	Intégrer un robot dans une chaîne de montage	Logiciel associé au robot
<b>Asservissement de système mécanique</b>	Loi de commande pour contrôler un mécanisme	Prioriser les actions ou solutions à mettre de l'avant
<b>Électronique des composants de contrôle</b>	Les produits de National instruments	
<b>Automatisation de tâche de conception + ajout de fonctionnalité à des solutions numériques</b>	Programmation de solutions logicielles pour éviter les tâches répétitives	Logiciel de programmation et d'intégration aux logiciels existants
<b>Dimensionnement de composants mécaniques</b>	RDM – Éléments finis	SolidWorks Simulation
<b>Conception d'un réseau hydraulique ou pneumatique</b>	Calcul de fluide	SolidWorks Flow
<b>Projet qui mélange plusieurs des aspects précédents</b>	Tous les outils précédents où les données sont gérées par une CAO	SolidWorks

## Étape 4 : Réalisation

Faites le suivi de la réalisation de votre projet en précisant les processus, procédés et méthodes utilisés. Faites aussi le suivi de tout changement à votre conception détaillée et justifiez les changements.

## Étape 5 : Validation

Faites un retour sur les fonctions et spécifications du cahier des charges et sur la validation de l'atteinte ou non des objectifs.

### Exemples de projets de conception en génie mécanique

Il existe une très grande variété de projets d'ingénierie qui peuvent relever du génie mécanique. Le tableau 2 donne quelques exemples de projets qui ont été réalisés dans le cadre des cours de projet de fin d'études du programme de baccalauréat en génie mécanique de l'UQTR.

**Tableau 2. Exemples de projets de fin d'études réalisés à l'UQTR dans le programme de génie mécanique au cours des trois dernières années.**

Projet	Milieu de pratique
Reconception d'un tamis dans le procédé de création de fonte	Aciérie
Mélangeur de bières	Microbrasserie
Automatisation d'une machine-outil	Fabricant de machines-outils
Conception d'un pont mobile pour la forêt	Entreprise forestière
Climatisation par la neige	Ville
Mécanisme de récupération des pots de peinture	Organisme gouvernemental
Automatisation d'un poste de fabrication	Industrie manufacturière
Reconception de l'assemblage de bobines de transformateurs	Industrie manufacturière
Robot nettoyeur d'étangs d'épuration	Ville
Système de levage	Industrie internationale
Conception de trottoirs chauffants	Ville

# Projet :

## **Projet de conception dans le cadre du cours GMC-1044**

Ce projet, préparé par des étudiants, est un bon exemple d'application de la méthodologie en conception et de présentation des outils utilisés.

**Université du Québec à Trois-Rivières**

**Dominic Auger**

**Marie-Pier Ringuette**

**Joël Beaulieu-Lampron**

**Travail présenté à :**

**Monsieur Jean-Christophe Cuillière**

**Dans le cadre du cours**

**PROJET DE CONCEPTION (GMC-1044)**

**Cahier des charges**

**12 octobre 2018**

**Génie mécanique (UQTR)**

## Table des matières

Description du projet .....	1
Description de la problématique.....	1
Analyse des besoins du client.....	2
Situation Actuelle .....	2
Objectif.....	2
Données.....	3
Restrictions.....	3
Critères d'évaluation .....	4
Tableau des priorités avec les pondérations.....	4
Barèmes.....	4
Durée d'un cycle .....	4
Précision du mélange .....	5
Précision du refroidissement.....	5
Précision de la gazéification .....	5
Qualité esthétique.....	6
Mobilité des équipements .....	6
Facilité de branchement.....	6
Simplicité de l'interface utilisateur.....	7
Ergonomie de l'équipement.....	7
Normes, lois et règlements .....	8
Arbre fonctionnel du projet .....	9
Estimation du budget .....	10
Échéancier et diagramme de Gantt.....	12
Systèmes d'entrée .....	12
Contrôle de procédé.....	13
Systèmes de sortie .....	15

## Description du projet

### Description de la problématique

Le monde brassicole est en constante effervescence et les artisans-brasseurs de notre époque poussent les limites de leur créativité pour tenter de présenter des bières les plus singulières possibles. Ainsi, l'assemblage de bière est un procédé méticuleux très convoité pour obtenir un produit final issu d'une mosaïque de saveurs. L'assemblage de bière consiste à mélanger ensemble plusieurs sortes de bières ou encore une même bière mais vieillie sur une période de temps différente pour obtenir un goût unique. Le dosage est alors un paramètre clé.

La microbrasserie *À la fût*, fait vieillir leurs bières dans des tonneaux en chêne. Le principe est de faire macérer la bière après sa fermentation dans un tonneau en bois de chêne durant une période déterminée. Ce procédé vise à extraire les saveurs des alcools précédemment vieillis dans les fûts de chêne pour apporter de nouvelles saveurs à la bière, des arômes boisés par exemple.

Le projet consiste à faire la conception d'un mélangeur automatique qui ferait l'assemblage de bière pour en créer une ayant une saveur unique. Présentement, la microbrasserie fait l'assemblage de bière à la main, ce qui nécessite beaucoup plus de temps. Idéalement, ce mélangeur devrait être transportable avec un transpalette afin de pouvoir aisément se brancher à 4 barils de fût-de-chêne qui seront utilisés pour le mélange. Il faut aussi que la machine puisse refroidir et gazéifier la bière afin de l'embouteiller ou la servir immédiatement.

## Analyse des besoins du client

### Situation Actuelle

Le problème que notre client a est qu'il doit procéder au mélange, refroidissement, gazéification et nettoyage de ses équipements manuellement. Cela provoque plusieurs problèmes qu'il aimerait voir résolus en nous faisant concevoir une machine qui fait tout cela automatiquement. Voici une liste des problèmes qu'il vit en ce moment :

- La durée du procédé est trop grande
- Les paramètres du mélange ne peuvent être respectés avec une grande précision
- L'échantillon ne peut pas être représentatif du produit réel qui sera vendu
- Le procédé se fait manuellement et requiert l'utilisation d'équipements peu ou pas appropriés à la tâche
- Nécessité de nettoyer les équipements entre chaque mélange
- Un employé qualifié est nécessaire pour effectuer le mélange
- L'embouteillage ne se fait pas à la même place que le mélange

### Objectif

Notre objectif est donc de concevoir une machine qui permet d'automatiser le mélange, le refroidissement, la gazéification et le nettoyage automatique de la tuyauterie afin de régler les problèmes mentionnés ci-haut. Ci-bas, la liste plus détaillée des objectifs de la machine :

- Rendre le procédé plus rapide
- Éliminer le besoin de qualifications chez l'employé qui utilise la machine
- Contrôler avec une plus grande précision les paramètres du mélange
- Diminuer la variation du goût entre chaque échantillon produit
- Obtenir des mélanges représentatifs du produit fini
- Utiliser des équipements adaptés au procédé commercial
- Implémenter un système de nettoyage automatique
- Installer un système d'embouteillage dans la machine

## Données

- Le cycle de production (mélange, refroidissement, gazéification et rinçage) doit durer moins d'une minute quinze
- Le taux de CO<sub>2</sub> par volume de bière en sortie doit pouvoir être ajusté entre 2.7 et 3.0
- La bière en sortie doit être à une température entre 1 °C et 5 °C
- Le volume produit par cycle doit pouvoir varier entre 355 ml et 500 ml
- Le système doit être purgé complètement entre chaque cycle
- Une interface utilisateur simple et facile à utiliser doit permettre de contrôler le procédé

## Restrictions

- L'équipement complet (en excluant les tuyaux) ne doit pas dépasser 122 cm de largeur et de longueur ainsi que 183 cm en hauteur.
- L'équipement doit être déplaçable à l'aide d'un transpalette standard
- Le coût de fabrication ne doit pas dépasser 5 000 \$
- L'équipement doit pouvoir mélanger jusqu'à 4 barils de fût-de-chêne en même temps
- L'équipement doit fonctionner avec un courant alternatif de 120 V et ne doit pas demander un ampérage dépassant 15 A
- L'équipement doit respecter les normes CSA et du MAPAQ
- Les barils de fût-de-chêne doivent être remplis de gaz (CO<sub>2</sub> et N) à mesure qu'ils se vident

## Critères d'évaluation

Tableau des priorités avec les pondérations

Critères d'évaluation	Pondération en pourc.	
	Détaillée	Générale
1. Durée d'un cycle		30%
2. Précision des paramètres		32%
2.1 Mélange	10%	
2.2 Refroidissement	10%	
2.3 Gazéification	12%	
3. Qualité esthétique		3%
4. Mobilité des équipements		15%
4.1 Déplacement	10%	
4.2 Branchement facile	5%	
5. Facilité d'utilisation		15%
5.1 Interface simple	10%	
5.2 Ergonomie de l'équipement	5%	
<b>Total</b>		<b>100%</b>

## Barèmes

### Durée d'un cycle

Le temps de cycle correspond à la durée entre le démarrage d'une production et le retour à l'état d'attente de la prochaine production.

Temps de cycle < 30 secondes (Excellent, 100 %)

30 s < Temps de cycle < 45 s (Très bon, 80 %)

45 s < Temps de cycle < 60 s (Bon, 60 %)

60 s < Temps de cycle < 75 s (Faible, 40 %)

75 s < Temps de cycle (Nul, 0 %)

## Précision du mélange

La précision est évaluée en déterminant l'écart entre le volume demandé et celui obtenu.

% Écart < 2.5% (Excellent, 100%)

2.5% < % Écart < 5% (Bon, 70%)

5% < % Écart < 7.5% (Faible, 40%)

7.5% < % Écart (Nul, 0%)

## Précision du refroidissement

La précision est évaluée en déterminant l'écart entre la température demandée du mélange et celle obtenue.

Écart = plus ou moins 0.2 °C (Excellent, 100%)

Écart = plus ou moins 0.5 °C (Très bon, 80 %)

Écart = plus ou moins 0.75 °C (Très bon, 60 %)

Écart = plus ou moins 1 °C (Faible, 40 %)

Écart > 1 °C (Nul, 0 %)

## Précision de la gazéification

La précision est évaluée en déterminant l'écart entre le volume de CO<sub>2</sub> par volume demandé et celui obtenu.

Écart < 0.01 vol CO<sub>2</sub> / vol (Excellent, 100 %)

0.01 < Écart < 0.03 s (Très bon, 80 %)

0.03 < Écart < 0.05 (Bon, 60 %)

0.05 < Écart < 0.08 (Faible, 40 %)

0.08 < Écart (Nul, 0 %)

### **Qualité esthétique**

L'aspect esthétique est évalué de manière qualitative en répondant à la question suivante :  
« À quel point l'apparence de la solution évaluée semble professionnelle ? »

Totalement satisfaisant => 4

Plutôt satisfaisant => 3

Plutôt insatisfaisant => 2

Totalement insatisfaisant => 1

### **Mobilité des équipements**

La mobilité est évaluée de manière qualitative en répondant à la question suivante : « À quel point la solution évaluée peut se déplacer facilement ? »

Totalement satisfaisant => 4

Plutôt satisfaisant => 3

Plutôt insatisfaisant => 2

Totalement insatisfaisant => 1

### **Facilité de branchement**

La facilité de branchement est évaluée de manière qualitative en répondant à la question suivante : « À quel point un utilisateur moyen pourra brancher facilement les fûts sur la machine ? »

Totalement satisfaisant => 4

Plutôt satisfaisant => 3

Plutôt insatisfaisant => 2

Totalement insatisfaisant => 1

### **Simplicité de l'interface utilisateur**

La simplicité de l'interface est évaluée de manière qualitative en répondant à la question suivante : « À quel point un utilisateur moyen pourra contrôler la machine sans se questionner ? »

Totalement satisfaisant => 4

Plutôt satisfaisant => 3

Plutôt insatisfaisant => 2

Totalement insatisfaisant => 1

### **Ergonomie de l'équipement**

L'ergonomie est évaluée de manière qualitative en répondant à la question suivante : « À quel point l'utilisateur peut atteindre facilement les divers contrôles et fonctions de la machine ? »

Totalement satisfaisant => 4

Plutôt satisfaisant => 3

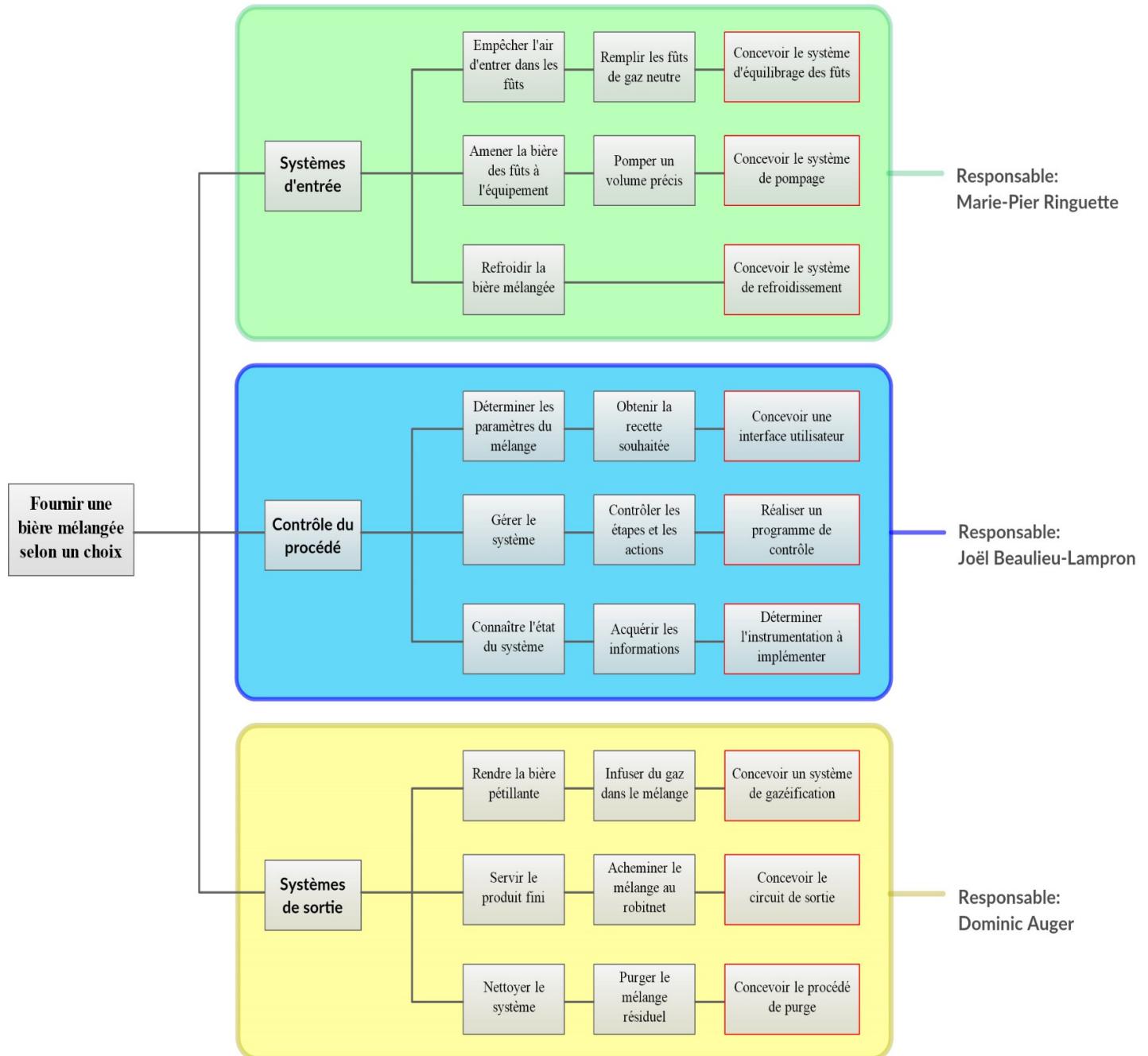
Plutôt insatisfaisant => 2

Totalement insatisfaisant => 1

## Normes, lois et règlements

- **Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT)**  
Le SIMDUT pose certaines exigences concernant la manipulation de gaz sous pression. Il faudra se référer aux fiches techniques de santé-sécurité pour assurer la bonne utilisation des systèmes avec mélange de gaz. Ces fiches pourront aussi nous aider à prendre connaissance des dangers d'une mauvaise manipulation de gaz sous pression et ainsi instaurer un système de sécurité efficace. Puisque le projet est prévu pour être en contact direct avec les consommateurs, il faudra concevoir un circuit de gaz le plus sécuritaire possible pour protéger le public.
- **Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)**  
Il faudra se référer aux lois établies par la MAPAQ concernant l'hygiène et la salubrité de l'équipement. En effet, il faudra s'assurer que le système de nettoyage et la propreté de l'équipement est conforme aux exigences de la MAPAQ pour éviter tout risque sur la santé des consommateurs. De plus, il faudra penser à un système de sécurité pour éviter toute contamination possible entre la bière et les composantes du système (ex; étanchéité du système).
- **Association canadienne de normalisation (CSA)**  
Puisque ce projet comporte plusieurs systèmes pouvant entraîner un danger chez l'utilisateur, il sera primordial de s'assurer que chaque composant utilisé soit certifié CSA ; de plus, le projet complètement assemblé devra aussi respecter les normes applicables, particulièrement au niveau de la sécurité des dispositifs électriques.
- **Loi sur la société des alcools du Québec**
- **Loi sur les infractions en matière de boissons alcooliques**

## Arbre fonctionnel du projet



La fonction primaire de la machine, soit fournir une bière froide mélangée sur mesure selon les choix de l'utilisateur, se divise en trois aspects principaux. Ces aspects sont respectivement **les systèmes d'entrée, le contrôle du procédé et les systèmes de sortie**.

- Les systèmes d'entrée se concentrent sur le passage de la bière des fûts jusqu'à la machine ainsi que son refroidissement. Les principales tâches sont ainsi la conception du système de pompage, du système de refroidissement et de l'équilibrage des fûts. La responsable de cette partie est Marie-Pier Ringuette.
- Le contrôle du procédé agit comme le superviseur des autres systèmes et le lien avec le monde extérieur. Les principales tâches sont la conception de l'interface utilisateur, la réalisation du programme de contrôle de l'automate et l'acquisition de données à l'aide de l'instrumentation. Le responsable de cette partie est Joël Beaulieu-Lampron.
- Les systèmes de sortie correspondent aux fonctions de conditionnement et d'acheminement du produit fini vers l'utilisateur. Les tâches notables sont la conception du système de gazéification, du circuit de sortie du produit et du procédé de purge/nettoyage. Le responsable de cette partie est Dominic Auger.

## Estimation du budget

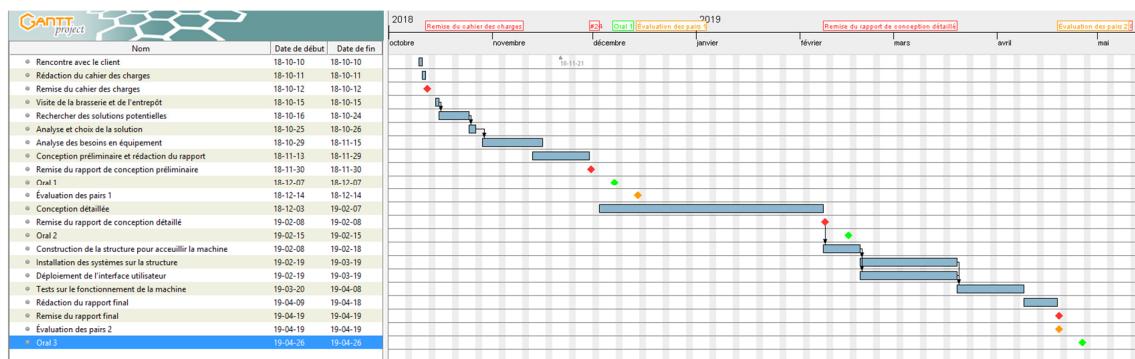
	Coûts
<b>Systèmes d'entrée (Marie-Pier Ringuette)</b>	<b>1890\$</b>
Stockage des fûts de chêne <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrication de l'étagère</li> <li>• Bonbonne de gaz 20L vide</li> <li>• Remplissage de gaz</li> </ul>	500\$ 200\$ 40\$
Système de refroidissement <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unité de réfrigération à l'eau</li> </ul>	200\$
Système de pompage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompes volumétriques</li> <li>• Réservoir</li> <li>• Composantes de circuit hydraulique</li> </ul>	800\$ 50\$ 100\$
<b>Systèmes de sortie (Dominic Auger)</b>	<b>1010\$</b>
Système de gazéification <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonbonne de gaz 20L vide</li> <li>• Remplissage de gaz</li> <li>• Manomètre</li> <li>• Pierre de diffusion</li> </ul>	200\$ 40\$ 20\$ 30\$
Système de nettoyage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompe</li> <li>• Valve</li> <li>• Système de purge</li> </ul>	200\$ 50\$ 50\$
Service de bière <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robinet</li> <li>• Embouteillage (355mL)</li> <li>• Étiquetage</li> </ul>	20\$ 200\$ 200\$

<b>Contrôle du procédé (Joël Beaulieu-Lampron)</b>	<b>1120\$</b>
Interface utilisateur <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interface homme-machine</li> </ul>	300\$
Instrumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capteurs</li> <li>• Régulateur de débit</li> <li>• Régulateur de pression</li> </ul>	200\$ 120\$ 100\$
Gestion du système <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automate programmable</li> <li>• Boîtier électrique</li> </ul>	300\$ 100\$
<b>Temps d'ingénierie (Non facturé)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 300 heures x 3</li> </ul>	<b>(22500\$)</b>
<b>TOTAL DES DÉPENSES</b>	<b>4020\$</b>

À ce jour, il n'y a pas encore de revenus pour ce projet. Par contre, il serait intéressant de trouver des brasseries collaboratrices et ainsi utiliser de l'équipement de fût usagé ou encore commandité. Pour ce qui est des revenus après réalisation du projet, il est difficile de quantifier les économies en temps de main d'œuvre et temps de production. Par contre, il y aura assurément une économie de temps considérable en automatisant tout le procédé. De plus, ce projet unique espère augmenter l'achalandage de la microbrasserie et ainsi augmenter les ventes.

	<b>Revenus</b>
<b>Systèmes d'entrée</b>	
Stockage des fûts de chêne <ul style="list-style-type: none"> <li>• Étagère facilement déplaçable</li> <li>• Récupération des gaz pour le stockage en tonneau</li> </ul>	
Système de pompage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution du temps de procédé</li> </ul>	
<b>Systèmes de sortie</b>	
Système de gazéification <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution du temps de procédé</li> </ul>	
<b>Contrôle du procédé</b>	
Gestion du système <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution du temps de main d'œuvre</li> <li>• Produit de meilleur qualité</li> </ul>	
<b>TOTAL DES REVENUS</b>	

## Échéancier et diagramme de Gantt



\*Voir le fichier ganttafut.PNG joint dans l'archive

## Systèmes d'entrée

Systèmes d'entrée : Marie-Pier Ringuette		
DÉFINITION DU PROJET	Formulation du problème	AU PLUS TARD : 12 octobre
	<b>Formulation du problème</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Description</li> <li>• Besoins et objectifs</li> </ul>	AU PLUS TARD : 12 octobre
<b>CONCEPTION PRÉLIMINAIRE</b>  Durée totale : 7 semaines	<b>Recherche de solutions</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fonctionnement du système par batch</li> <li>2. Fonctionnement du système en continu</li> <li>3. Système de refroidissement à eau</li> <li>4. Système de refroidissement au bain de glycol</li> <li>5. Système de refroidissement avec réfrigérant (ex; fréon)</li> <li>6. Pierre de refroidissement (ex; glace)</li> <li>7. Stockage température ambiante</li> <li>8. Stockage réfrigéré</li> <li>9. Injection de CO2 dans les tonneaux de chêne pour limiter le contact de la bière avec l'oxygène</li> <li>10. Injection d'azote dans les tonneaux de chêne pour limiter le contact de la bière avec l'oxygène</li> <li>11. Matériau de l'étagère</li> </ol>	AU PLUS TÔT : 12 octobre AU PLUS TARD : 19 octobre DURÉE : 1 semaine
	<b>Étude de praticabilité</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aspects physiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification des normes sur l'utilisation des gaz comprimés et évaluation des risques</li> <li>• Conception en espace restreint</li> <li>• Étude du comportement thermodynamique du fluide</li> </ul> </li> <li>2. Aspects économiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Système de refroidissement le moins énergivore possible</li> <li>• Gaz le plus efficace en prenant compte des restrictions santé/sécurité</li> <li>• Bilan de masse et d'énergie (volume de contrôle allant des tonneaux en chêne jusqu'à la cuve de mélange)</li> </ul> </li> <li>3. Facteurs de temps : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification/soumission aux fournisseurs concernant l'accessibilité des composantes hydrauliques</li> <li>• Refroidissement le plus rapide possible</li> </ul> </li> <li>4. Facteurs environnementaux : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude de l'étanchéité du système; Éviter tout contact entre le système de refroidissement et le produit de consommation pour respecter les normes de santé publique</li> </ul> </li> </ol>	AU PLUS TÔT : 9 novembre AU PLUS TARD : 16 novembre DURÉE : 4 semaines
	<b>Choix d'une solution</b>	AU PLUS TÔT : 23 novembre AU PLUS TARD : 30 novembre

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculs préliminaires et validations d'hypothèses (mécanique des fluides, thermodynamique)</li> <li>Choix de la meilleure solution en fonction de la pondération des critères</li> </ul>	DURÉE : 2 semaines
<b>CONCEPTION DÉTAILLÉE</b>  Durée totale : 10 semaines	<b>Conception du système de refroidissement</b>	AU PLUS TÔT : 23 décembre AU PLUS TARD : 7 janvier DURÉE : 5 semaines
	<b>Conception du système de pompage</b>	AU PLUS TÔT : 23 janvier AU PLUS TARD : 1 <sup>er</sup> février DURÉE : 4 semaines
	<b>Conception finale de l'étagère/présentoir</b>	AU PLUS TÔT : 30 janvier AU PLUS TARD : 8 février DURÉE : 1 semaine
<b>RÉALISATION</b>  Durée totale : 9 semaines	<b>Assemblage de l'équipement</b>	AU PLUS TÔT : 29 mars AU PLUS TARD : 8 avril DURÉE : 9 semaines
<b>VALIDATION</b>  Durée totale : 3 semaines	<b>Validation du fonctionnement du système de refroidissement</b>	AU PLUS TÔT : 5 avril AU PLUS TARD : 15 avril DURÉE : 1 semaine
	<b>Validation du système d'acheminement de la bière non gazée vers la cuve de mélange</b>	AU PLUS TÔT : 12 avril AU PLUS TARD : 19 avril DURÉE : 1 semaine
	<b>Validation du procédé de stockage des fûts de chêne</b>	AU PLUS TÔT : 19 avril AU PLUS TARD : 26 avril DURÉE : 1 semaine

## Contrôle de procédé

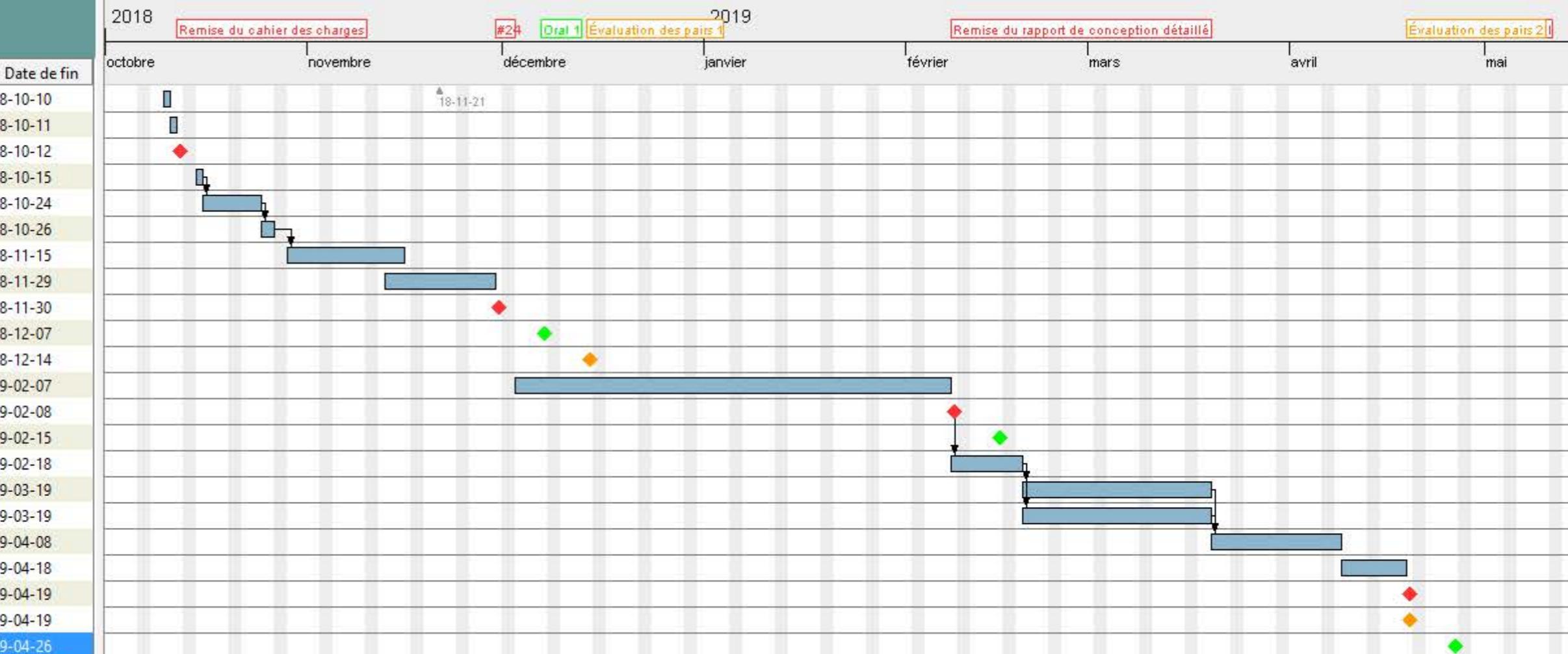
Contrôle de procédé : Joël Beaulieu-Lampron		
<b>DÉFINITION DU PROJET</b>	<b>Formulation du problème</b>	AU PLUS TARD : 12 octobre
<b>CONCEPTION PRÉLIMINAIRE</b>  Durée totale : 7 semaines	<b>Recherche de solutions</b>	AU PLUS TÔT : 12 octobre AU PLUS TARD : 19 octobre DURÉE : 1 semaine
	<b>Étude de praticabilité</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Aspects physiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Vérification des normes de conception d'équipements électriques et automatisés</li> <li>Vérification de la capacité électrique nécessaire</li> </ul> </li> <li>Aspects économiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction du coût de l'automate</li> <li>Réduction de la consommation électrique de la machine</li> <li>Alternative à l'utilisation d'un HMI</li> </ul> </li> <li>Facteurs de temps : <ul style="list-style-type: none"> <li>Vérification/soumission aux fournisseurs concernant l'automate, l'écran et les capteurs</li> <li>Réponse rapide du contrôleur aux instructions de l'utilisateur</li> </ul> </li> <li>Facteurs santé et sécurité : <ul style="list-style-type: none"> <li>Étude de la sécurité électrique et du contrôle <ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluation des risques pour l'utilisateur</li> </ul> </li> </ul> </li> </ol>	AU PLUS TÔT : 9 novembre AU PLUS TARD : 16 novembre DURÉE : 4 semaines

	<b>Choix d'une solution</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Validation de la compatibilité</li> <li>Choix de la meilleure solution en fonction de la pondération des critères</li> </ul>	AU PLUS TÔT : 23 novembre AU PLUS TARD : 30 novembre DURÉE : 2 semaines
<b>CONCEPTION DÉTAILLÉE</b>  Durée totale : 10 semaines	<b>Conception du programme de l'automate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction principale (production)</li> <li>Fonctions secondaires (nettoyage, diagnostic, calibration)</li> <li>Fonctions de sécurité</li> <li>Communication (capteurs, interface)</li> </ul>	AU PLUS TÔT : 23 décembre AU PLUS TARD : 7 janvier DURÉE : 5 semaines
	<b>Conception de l'alimentation électrique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schéma électrique</li> <li>Boîtier électrique</li> <li>Calculs de puissance</li> </ul>	AU PLUS TÔT : 23 janvier AU PLUS TARD : 1 <sup>er</sup> février DURÉE : 2 semaines
	<b>Conception de l'interface utilisateur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Création du mode principal</li> <li>Création des modes secondaires</li> <li>Communication avec l'automate</li> </ul>	AU PLUS TÔT : 30 janvier AU PLUS TARD : 8 février DURÉE : 1 semaine
<b>RÉALISATION</b>  Durée totale : 9 semaines	<b>Assemblage de l'équipement</b>	AU PLUS TÔT : 29 mars AU PLUS TARD : 8 avril DURÉE : 9 semaines
<b>VALIDATION</b>  Durée totale : 3 semaines	<b>Validation du fonctionnement de l'automate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Test des modes</li> <li>Aucun bogue</li> <li>Aucune situation dangereuse</li> </ul>	AU PLUS TÔT : 5 avril AU PLUS TARD : 15 avril DURÉE : 1 semaine
	<b>Validation de l'interface</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contrôle complet</li> <li>Aucun bogue</li> </ul>	AU PLUS TÔT : 12 avril AU PLUS TARD : 19 avril DURÉE : 1 semaine

## Systèmes de sortie

Système de sortie : Dominic Auger		
DÉFINITION DU PROJET	Formulation du problème	AU PLUS TARD : 12 octobre
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE	<b>Recherche de solutions</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fonctionnement du système par batch</li> <li>2. Fonctionnement du système en continu</li> <li>3. Système de gazéification par pierre poreuse</li> <li>4. Système de gazéification par « stream »</li> <li>5. Système de nettoyage à l'eau</li> <li>6. Système de nettoyage avec assainisseur</li> <li>7. Recyclage du CO<sub>2</sub> pour remplir les barils de fût-de-chêne</li> </ol>	AU PLUS TÔT : 15 octobre AU PLUS TARD : 19 octobre DURÉE : 1 semaine
	<b>Étude de praticabilité</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aspects physiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification des normes sur l'utilisation des gaz comprimés et évaluation des risques</li> <li>• Conception en espace restreint</li> <li>• Étude du comportement thermodynamique du fluide</li> <li>• Vérification des périodes de temps nécessaire pour que l'assainisseur fonctionne</li> </ul> </li> <li>2. Aspects économiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Système de gazéification le moins énergivore possible</li> <li>• Gaz le plus efficace en prenant compte des restrictions santé/sécurité</li> <li>• Bilan de masse et d'énergie (volume de contrôle allant des tonneaux en chêne jusqu'à la cuve de mélange)</li> </ul> </li> <li>3. Facteurs de temps : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification/soumission aux fournisseurs concernant l'accessibilité des composantes hydrauliques</li> <li>• Gazéification la plus rapide</li> <li>• Respecte les proportions demandées précisément</li> </ul> </li> <li>4. Facteurs environnementaux : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude de l'étanchéité du système; Éviter tout contact entre le système de refroidissement et le produit de consommation pour respecter les normes de santé publique</li> </ul> </li> </ol>	AU PLUS TÔT : 12 novembre AU PLUS TARD : 16 novembre DURÉE : 4 semaines
	<b>Choix d'une solution</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation en fonction de l'importance des critères d'évaluation</li> <li>• Calculs préliminaires et hypothèses</li> </ul>	AU PLUS TÔT : 20 novembre AU PLUS TARD : 30 novembre DURÉE : 2 semaines
		AU PLUS TÔT : 23 janvier AU PLUS TARD : 8 février DURÉE : 7 semaines
CONCEPTION DÉTAILLÉE		

Nom	Date de début
● Rencontre avec le client	18-10-10
● Rédaction du cahier des charges	18-10-11
● Remise du cahier des charges	18-10-12
● Visite de la brasserie et de l'entrepôt	18-10-15
● Rechercher des solutions potentielles	18-10-16
● Analyse et choix de la solution	18-10-25
● Analyse des besoins en équipement	18-10-29
● Conception préliminaire et rédaction du rapport	18-11-13
● Remise du rapport de conception préliminaire	18-11-30
● Oral 1	18-12-07
● Évaluation des pairs 1	18-12-14
● Conception détaillée	18-12-03
● Remise du rapport de conception détaillé	19-02-08
● Oral 2	19-02-15
● Construction de la structure pour accueillir la machine	19-02-08
● Installation des systèmes sur la structure	19-02-19
● Déploiement de l'interface utilisateur	19-02-19
● Tests sur le fonctionnement de la machine	19-03-20
● Rédaction du rapport final	19-04-09
● Remise du rapport final	19-04-19
● Évaluation des pairs 2	19-04-19
● Oral 3	19-04-26





RAPPORT #4  
PRÉSENTÉ À  
MONSIEUR JEAN-CHRISTOPHE CUILLIÈRE  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DU COURS  
PROJET DE CONCEPTION (GMC-1044)

PAR MARIE-PIER RINGUETTE  
DOMINIC AUGER  
JOEL BEAULIEU LAMPRON

**RAPPORT FINAL**

19 AVRIL 2019

# Table des matières

---

Introduction .....	6
Prototype .....	8
Description .....	8
Fonctionnement .....	9
Système d'entrée .....	11
Système de stockage des fûts .....	11
Retour sur la conception détaillée .....	11
Changements apportés .....	11
Conception finale .....	12
Résultats expérimentaux .....	13
Système de pompage .....	14
Retour sur la conception détaillée .....	14
Changements apportés .....	14
Conception finale .....	15
Validation .....	17
Améliorations .....	23
Système de refroidissement .....	25
Retour sur la conception détaillée .....	25
Changements apportés .....	25
Conception finale .....	25
Validation .....	26
Améliorations .....	31
Coûts de fabrication .....	32
Système de sortie .....	34
Système d'alimentation en eau de rinçage et en bière .....	34
Rappel de la conception détaillée .....	34
Changements apportés .....	35
Validation .....	36

Système de refroidissement du contenant et du robinet.....	38
Rappel de la conception détaillée.....	38
Changements apportés.....	39
Validation.....	39
Ligne d'injection de CO2 .....	40
Rappel de la conception détaillée.....	40
Changements apportés.....	40
Validation.....	40
Ligne d'échappement pour CO2 .....	42
Rappel de la conception détaillée.....	42
Changements apportés.....	42
Validation.....	42
Ligne d'alimentation en eau et en bière .....	42
Rappel de la conception détaillée.....	42
Changements apportés.....	42
Validation.....	42
Ligne du robinet et drain.....	43
Rappel de la conception détaillée.....	43
Changements apportés.....	43
Validation.....	43
Thermomètre, manomètre et soupape de limitation de pression.....	43
Rappel de la conception détaillée.....	43
Changements apportés.....	43
Validation.....	43
Figure 8 : Modélisation complète du contenant et des lignes .....	44
Système de pompage d'eau pour le rince-verre et le cycle de nettoyage .....	44
Rappel de la conception préliminaire .....	44
Changements apportés.....	44
Validation.....	45

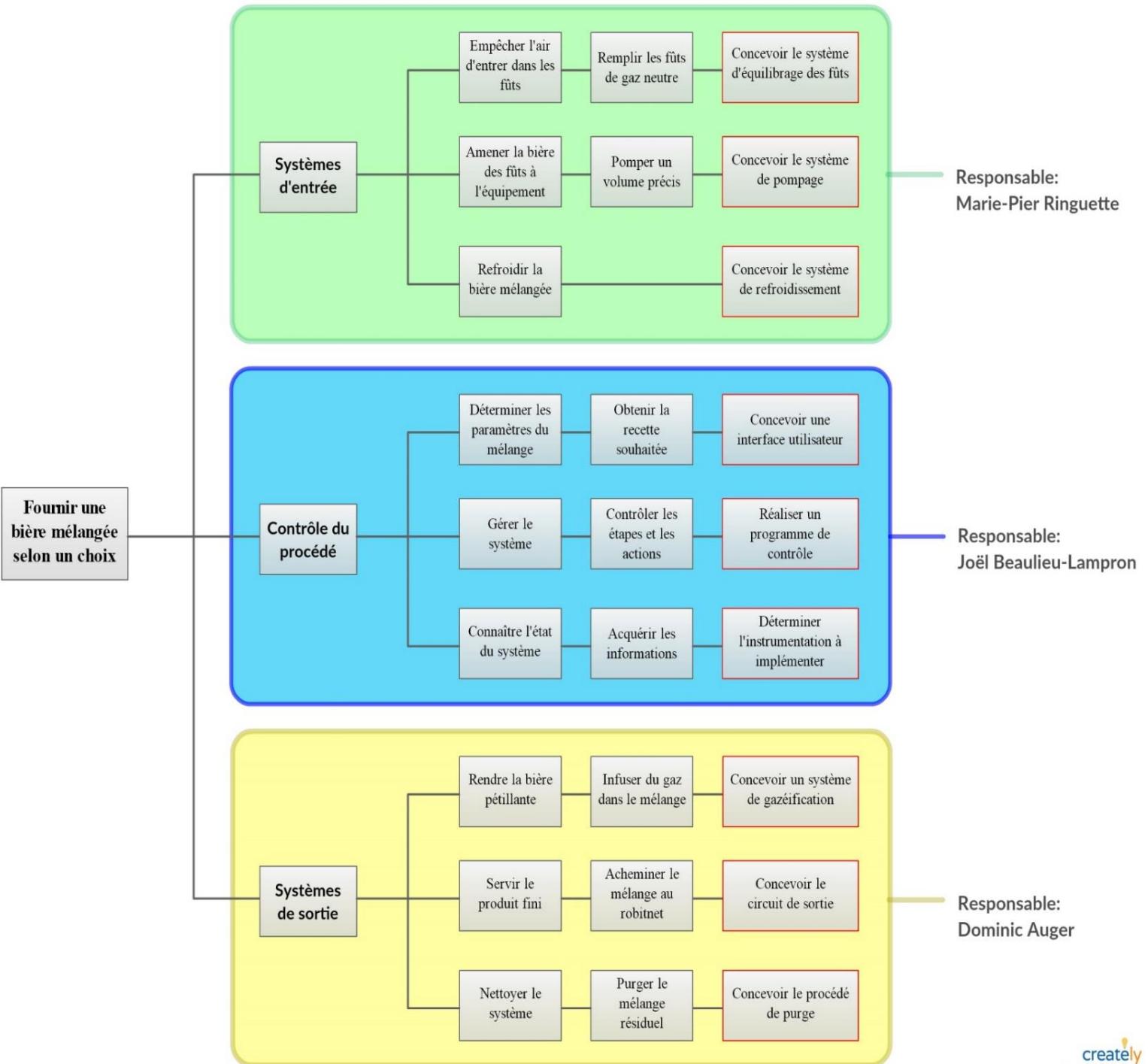
Liste complète des composantes et prix.....	45
Tableau 3 : Premier bon de commande suite à la conception détaillée .....	45
Tableau 4 : Deuxième commande passée chez McMaster & Carr .....	47
Fabrication du contenant.....	47
Coût total des systèmes de sortie.....	48
Figure 9 : Photo du contenant, des lignes qui y sont connectées et de la bobine de refroidissement .....	49
Améliorations.....	50
Générales .....	50
Système de sortie .....	50
Pièces non-standards à fabriquer sur mesure.....	50
Encastrement des tubes dans le bâti.....	50
Système de contrôle .....	52
Retour sur la conception détaillée .....	52
Réalisation de la gestion du système .....	53
Implémentation du cycle de sécurité et des encapsulations .....	53
Implémentation du cycle de gestion des modes et du cycle de rinçage.....	53
Implémentation des cycles automatique et de nettoyage.....	54
Essai de fonctionnement général du programme .....	54
Élaboration de la fonction de conversion volume-temps .....	54
Élaboration de la fonction d'impression.....	56
Réalisation de l'interface opérateur .....	56
Pages ajoutées ou améliorées .....	56
Calcul du volume ajusté .....	60
Réalisation de l'acquisition des données .....	61
Configuration de la carte .....	61
Calcul de conversion .....	61
Réalisation des panneaux de contrôle et connexions .....	62
Schéma de connexion révisé .....	62
Modélisation des panneaux et localisation du filage .....	63

Montage physique des panneaux.....	66
Filage externe.....	69
Nomenclature des composants utilisés.....	72
Fusibles et pièces de rechange .....	74
Coût des composants :.....	74
Essais et résultats .....	77
Sécurité et arrêt d'urgence .....	77
Sorties de l'automate.....	77
Calcul du volume.....	77
Comparaison avec les objectifs initiaux.....	79
Besoin : Contrôler le procédé grâce à une interface simple .....	79
Besoin : Contrôler avec une plus grande précision le mélange.....	79
Restriction : Alimentation électrique à 120 VAC, 15A maximum.....	79
Améliorations futures .....	80
Accès à distance .....	80
Impression d'autocollants.....	80
Coût total de conception .....	81
Conclusion.....	83
Annexe .....	84

## Introduction

Ce projet d'ingénierie consiste alors à faire la conception d'un mélangeur automatique pour l'assemblage de bière pour augmenter la précision du procédé et diminuer le temps de production. La machine est premièrement créée dans l'optique de production de bière pour ultimement servir au grand public, c'est-à-dire une machine de type *self-service* pour permettre aux amateurs de découvrir l'art de l'assemblage de bière.

Ce projet est divisé en trois sous-catégories. Premièrement, le système d'entrée qui comprend le stockage des fûts, l'acheminement de chaque bière vers la cuve de mélange et le refroidissement de la bière jusqu'à sa température de service. Deuxièmement, le système de sortie qui comprend la gazéification de la bière, le service du produit final et le système de nettoyage. Troisièmement, le système de contrôle qui comprend l'automatisation du système, le circuit électrique et l'asservissement.



# Prototype

## **Description**

Le prototype a été conçu de manière à satisfaire les objectifs fixés au départ dans le cahier des charges. Pour faire un rappel, la problématique actuelle est que le procédé plutôt complexe est fait manuellement, ce qui engendre beaucoup de pertes de temps et nécessite une main d'œuvre qualifiée au niveau de la production.

Ainsi, le prototype a été conçu pour résoudre les problématiques suivantes rencontrées par le client lors de la production de ses produits :

1. La durée du procédé est trop grande
2. Les paramètres du mélange ne peuvent être respectés avec une grande précision
3. L'échantillon ne peut pas être représentatif du produit réel qui sera vendu
4. Le procédé se fait manuellement et requiert l'utilisation d'équipements peu ou pas appropriés à la tâche
5. Nécessité de nettoyer les équipements entre chaque mélange
6. Un employé qualifié est nécessaire pour effectuer le mélange
7. L'embouteillage ne se fait pas à la même place que le mélange

De plus, la conception du prototype devait respecter les restrictions suivantes :

1. L'équipement complet (en excluant les tuyaux) ne doit pas dépasser 122 cm de largeur et de longueur ainsi que 183 cm en hauteur.
2. L'équipement doit être déplaçable à l'aide d'un transpalette standard
3. Le coût de fabrication ne doit pas dépasser 5 000 \$
4. L'équipement doit pouvoir mélanger jusqu'à 4 barils de fût-de-chêne en même temps
5. L'équipement doit fonctionner avec un courant alternatif de 120 V et ne doit pas demander un ampérage dépassant 15 A
6. L'équipement doit respecter les normes CSA et du MAPAQ

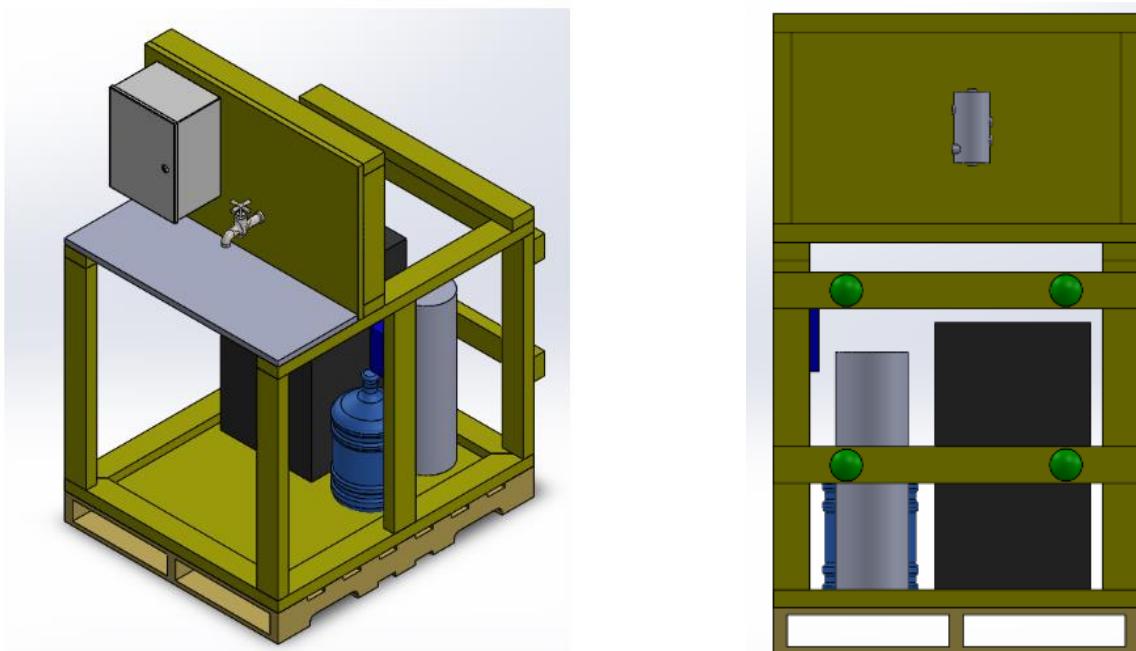
7. Les barils de fût-de-chêne doivent être remplis de gaz (CO<sub>2</sub> et N) à mesure qu'ils se vident

## Fonctionnement

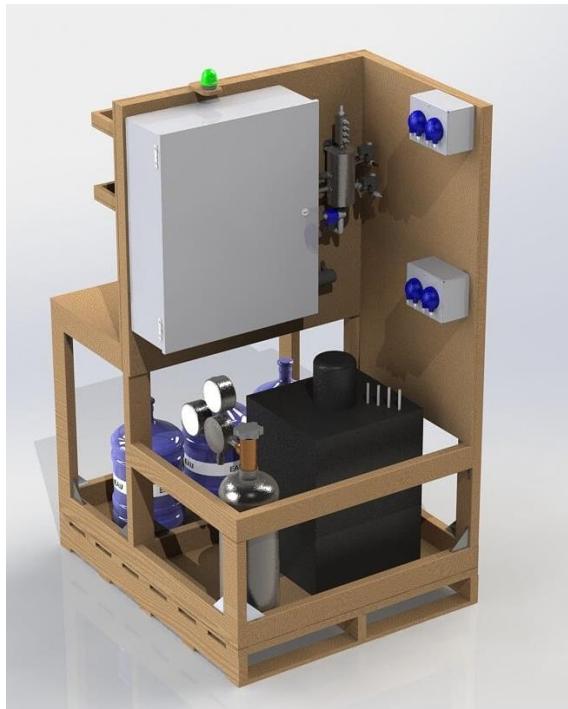
Le prototype conçu est une machine qui a été assemblée sur une structure de bois ne dépassant pas les limites de dimensionnement. C'est, donc un système compact et facilement déplaçable avec un chariot élévateur.

Le prototype a d'abord été modélisé sur SolidWorks.

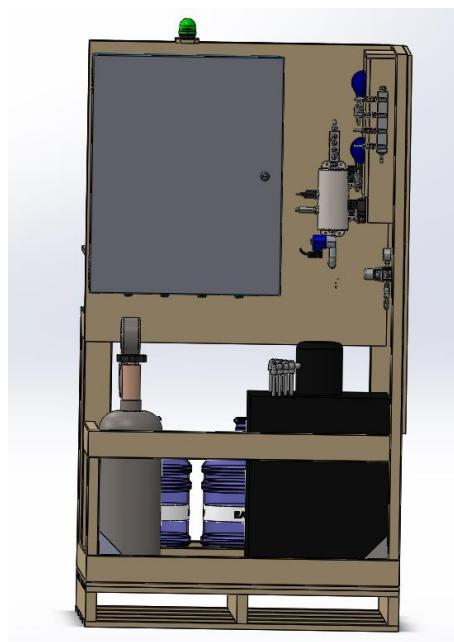
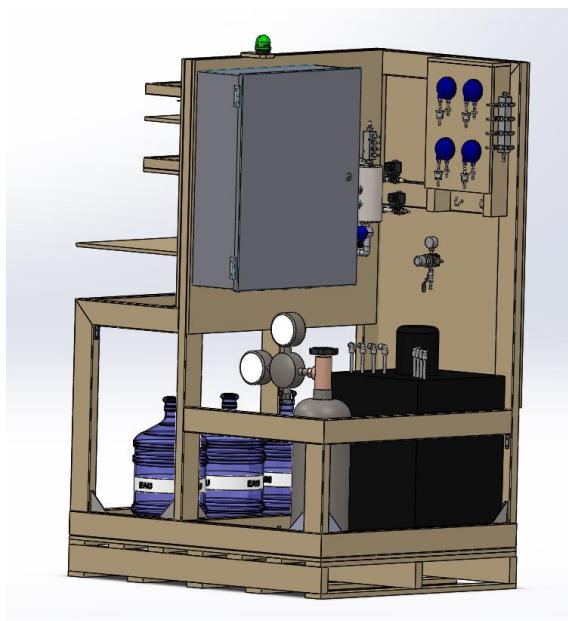
1<sup>ère</sup> version :



2<sup>e</sup> version :



3<sup>e</sup> version :



Le fonctionnement détaillé de la machine sera d'avantage approfondit dans les parties suivantes.

# Système d'entrée

## Système de stockage des fûts

### Retour sur la conception détaillée

Les bières entreposées dans les barils en chêne ne doivent pas être exposées à l'air sans quoi on en modifie son goût. En effet, l'oxydation de la bière est un processus dont les molécules d'oxygène se lient aux composantes de la bière, ce qui les dénature et donne bien souvent mauvais goût.

Les solutions choisies pour remédier à la situation étaient les rafraîchisseurs de fût et les valves de contrôle de gaz comprimé.

Les rafraîchisseurs de fût permettent d'allonger la durée de vie de la bière dans un baril. L'entrée d'une valve est connectée à un réservoir de CO2 à basse pression et la sortie est connectée au baril. Lorsqu'une pinte est coulée, la valve laisse entrer une pinte de CO2 pour remplacer le volume perdu. Cette quantité de gaz est transmis à pression atmosphérique pour garder la bière dans de mêmes conditions qu'au départ. De plus, cette valve permet au surplus de CO2 produit par la fermentation de s'échapper.

Pour les valves de contrôle, le principe de ce système est de remplacer le volume de bière dosée par un volume de CO2 pour éviter le contact entre l'oxygène et la bière restante dans le fût de chêne. L'utilisation de quatre valves branchées sur une bonbonne de CO2 est une solution peu dispendieuse, mais nécessite un certain contrôle à partir de l'automate pour assurer la bonne distribution.

### Changements apportés

La solution choisie lors de la conception détaillée était les rafraîchisseurs de fût. Cependant, les rafraîchisseurs de fût ont été rejetés par le client puisqu'ils ne permettaient pas de conserver la bière sur une longue période de temps. En effet, ces systèmes sont utilisés pour des bières qui sont déjà sous pression et, donc ils étaient moins adaptés à notre situation. Ainsi, le doute sur l'efficacité des rafraîchisseurs de fût pour le procédé a fait en sorte que le système choisi soit le système avec des valves de contrôle.

Dans la conception détaillée, on proposait 4 valves pour contrôler l'entrée de gaz dans chacun des barils. Pour minimiser le travail de programmation pour ces valves, il en est convenu d'utiliser qu'une seule valve pour injecter du gaz dans chaque baril dans un intervalle de temps. Ainsi, tous les barils recevront un volume de gaz peu importe le volume de bière coulée.

En effet, puisque les barils ne sont pas totalement étanches, même si le volume de bière ne diminue pas, l'air peut s'infiltre. Il faut donc s'assurer d'avoir toujours du gaz carbonique dans l'espace libre des barils. De plus, pour éviter la surpression, il y a une *pressure relief valve* qui laissera le gaz s'échapper.

### Conception finale

Le régulateur de pression pour le stockage des fûts a été placé sur le mur du côté pour permettre un accès facile au réglage de la pression. La valve a été située juste en dessous vers l'intérieur de la structure pour la protéger en cas d'éventuels dangers extérieurs qui pourrait briser son fonctionnement. Finalement, le distributeur de gaz a été placé sur le côté du boîtier des pompes pour être le plus près possible des fûts de chêne qui seront à côté de la machine. Les quatre tuyaux vers les fûts n'ont pas été installés pour faciliter les tests sur le prototype. Étant donné que nous ne pouvons tester cette partie à l'université, il n'était pas nécessaire de poser ces conduites.



## Résultats expérimentaux

Étant donné que la machine n'a pas été construite à l'entrepôt de la microbrasserie, il était impossible de valider l'efficacité de ce système. En effet, cette partie devra être faite à la discrédition du client puisque qu'elle implique de peut-être causer beaucoup de pertes de bière si jamais ce système n'est pas optimal.

Normalement, lorsque la bière a fini de vieillir, le brasseur la transfère dans un fût ou il sera mis sous pression dans un "keg" pour augmenter sa longévité.

## Système de pompage

### Retour sur la conception détaillée

La conception détaillée a permis de calculer les paramètres thermodynamiques nécessaire au bon dimensionnement des pompes péristaltiques. À la suite de ces calculs, on a choisi une pompe dont le moteur tourne à 225RPM, le diamètre interne des conduites est de 0.25 pouces et la pression d'opération de la pompe est de 100 000 Pa.

### Changements apportés

Il y a eu quelques changements au niveau des raccords dans cette partie. En effet, le tuyau étant très flexible, il était difficile d'atteindre le fond du baril pour faire les tests. Il faut absolument que le bout de la conduite soit près du fond pour éviter les pertes de bière vers la fin du baril.

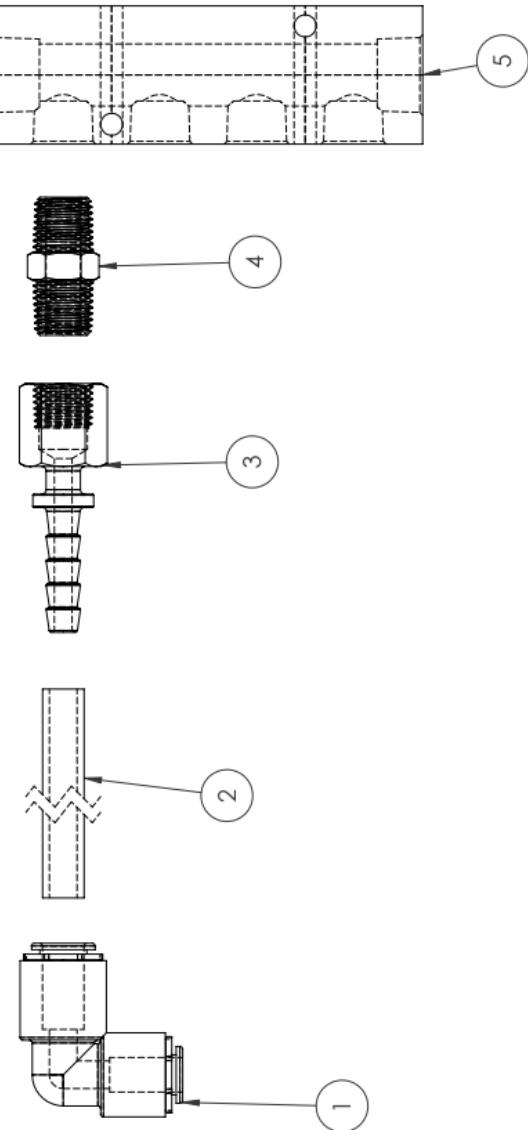
Pour régler ce problème, il a fallu acheter un bout de tuyau moins flexible. Ce tube est composé du même matériau et il permet d'insérer l'entrée de la pompe correctement dans le baril. Ce tube passera à travers le bouchon du fût de chêne. Étant plus dur, il évite aussi l'entrée d'air par le bouchon.



## Conception finale

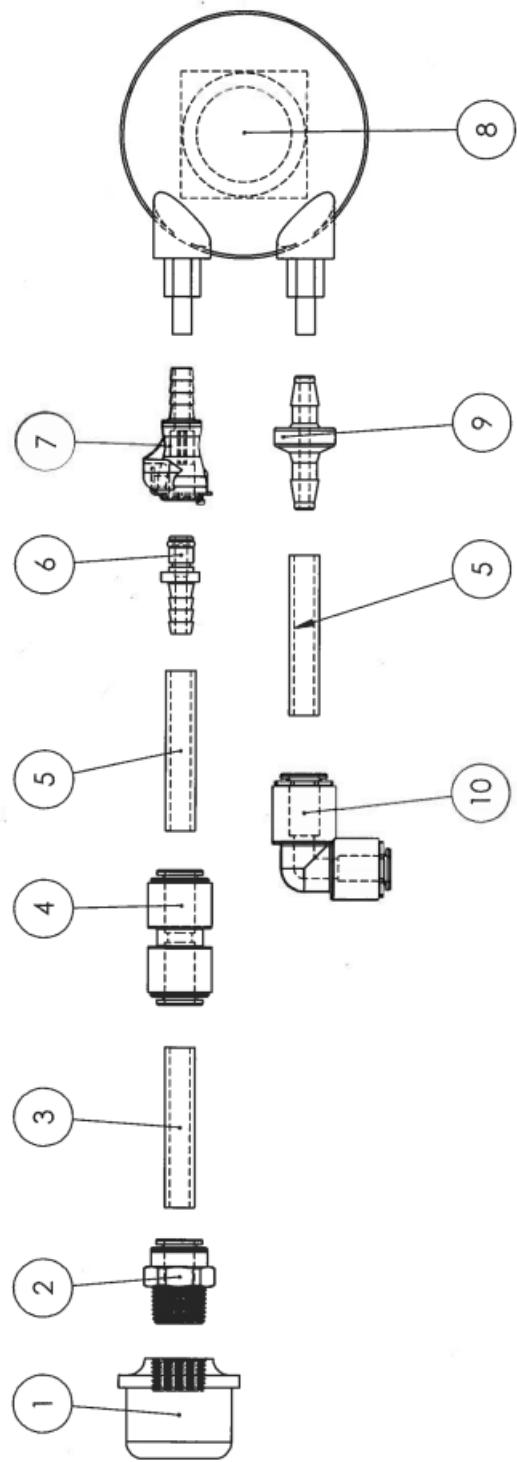
La conception finale a d'abord été réalisé sur SolidWorks afin de faciliter le choix de chacun des raccords. En effet, une mise en plan de l'assemblage a été fait pour s'assurer que chacune des pièces se raccordent ensemble.

**Assemblage des pièces hydrauliques du refroidisseur jusqu'au collecteur**



NO. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	9406128	PUSH TO CONNECT TUBE FITTING 5/16" OD, 3/8" ID	4
2	6546113	FOOD AND DAIRY CLEAR TYGON PVC TUBING 1/4" ID, 3/8" OD	4
3	5361K52	STAINLESS STEEL BARBED HOSE FITTING, 1/4" ID, 1/4" NPT	4
4	1424T15	BACKFLOW PREVENTION VALVE, 1/4" NPT, 1/4" NPT	4
5	MRS-4DC	MANIFOLD, 2X3/8" NPT, 4X1/4" NPT	1

**Assemblage des pièces hydraulique des fûts de chêne jusqu'au refroidisseur**



NO. ARTICLE	NUMERO DE PIÈCE	DESCRIPTION	QTE
1	98755K22	Suction strainer 3/8" NPT	1
10	9406T28	Reducer 3/8"OD, 5/16 OD	1
2	9087K14	Adapter 3/8" OD, 3/8" NPT	1
3	53945K133	Hard food tubing 1/4" ID, 3/8" OD	1
4	9087K62	Straight connector 3/8"OD	1
5	6546T13	Flex food tubing 1/4" ID, 3/8" OD	2
6	5012K26	Quick disconnect 1/4" ID	1
7	5012K21	Quick disconnect 1/4" ID	1
8	WP11	Welco Pump 1/4" ID	1
9	2987K47	Backflow prevention 1/4" ID	1

## Validation

### *But*

Le but de la validation des résultats pour le système de pompage est d'évaluer la marge d'erreur entre le débit volumique théorique et expérimental pour pouvoir doser un volume de bière le plus précisément possible.

En effet, n'ayant pas recours à un moteur pas à pas, il faut opérer les pompes avec un temps de marche du moteur. Il faut donc trouver le temps expérimental pour lequel chaque pompe dose un volume de 500mL.

### *Hypothèses*

1. On considère que les propriétés physiques d'une bière à 4% d'alcool non gazéifiée a les mêmes propriétés que l'eau.

TEMPERATURE	DENSITE	VISCOSITE	CONDUCTIVITE	DIFFUSIVITE	CHALEUR
			THERMIQUE	THERMIQUE	MASSIQUE
T (°C)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\mu$ (kg/m*s)	k (J/m*s*K)	$\alpha$ (m <sup>2</sup> /s)	$C_p$ (J/kg K)
0	1002,3	0,0017	0,552	1,308	4218
20	1000,5	0,001	0,597	1,43	4182

2. L'écoulement des fûts de chêne jusqu'au réservoir de mélange est un écoulement incompressible, car la bière n'est pas encore gazéifiée. Ainsi, dans cette partie du circuit hydraulique, la masse volumique est constante.
3. Les calculs théoriques sont faits avec des valeurs de température et pression ambiante de 20°C et 101,3 kPa.

4. Pour simplifier les calculs, on considérera que le système est en régime permanent.

$$\frac{\partial}{\partial t} = 0$$

5. La vitesse de rotation du moteur de chaque pompe ne varie pas. Il sera, donc toujours de 225 RPM.

### *Matériel*

- Cylindre gradué
- Balance
- Chronomètre
- Capteur de température
- Eau potable
- Pompe Welco

### *Procédure expérimentale*

1. Puisque les pompes ne possèdent pas de moteur pas à pas, le débit est calculé par l'automate à partir d'un temps de marche du moteur. Il faut, donc commencer par calibrer ce temps de marche pour chacune des pompes. Pour ce faire, il faut chronométrer le temps de marche de chacune des pompes et en mesurer le volume à la sortie avec un cylindre gradué. Ainsi, on pourra trouver une corrélation entre la variation du temps et du volume pour chacun des essais, en faire la moyenne et la comparer avec la valeur théorique.
2. Par la suite, il faut mesurer le volume d'eau sortant en triplicata, et ce, pour chacune des pompes en faisant varier le temps de marche jusqu'à obtenir un volume de 500mL. Ainsi, on pourra calculer le temps nécessaire à l'obtention du volume voulu.

3. Faire varier les proportions de chacune des pompes pour valider le volume final de 500mL.

- Variables utilisées :

$\dot{V}$  = Débit volumique (mL/min)

$\omega$  = Vitesse du moteur (RPM)

$V$  = Volume de liquide par rotation (mL/rot)

$A$  = Aire de la section des conduites ( $m^2$ )

$D$  = Diamètre interne des conduites (m)

$v$  = Vitesse moyenne dans les conduites (m/s)

$Re$  = Nombre de Reynolds

$\rho$  = Masse volumique de la bière ( $kg/m^3$ )

$\mu$  = Viscosité dynamique de la bière (Pa \* s)

$f$  = Facteur de friction

$Re$  = Nombre de Reynolds

$\Delta P_L$  = Pertes de charge linéaires (Pa)

$P_{max}$  = Pression d'opération maximale de la pompe (Pa)

- Spécifications techniques de la pompe WP1100 de Welco :

$\omega = 225$  RPM

$V = 3$  mL/rot

$D = 6.4$  mm

$P_{max} = 100000$  Pa

Nombre de galets = 2

### Résultats

Le premier test est de valider que les pompes ont le bon temps de marche pour chacun des débits. Le test a été fait avec la pompe 3 pour un débit choisi de 540mL/min.

**Pompe #3 -100%volume -540mL/min**

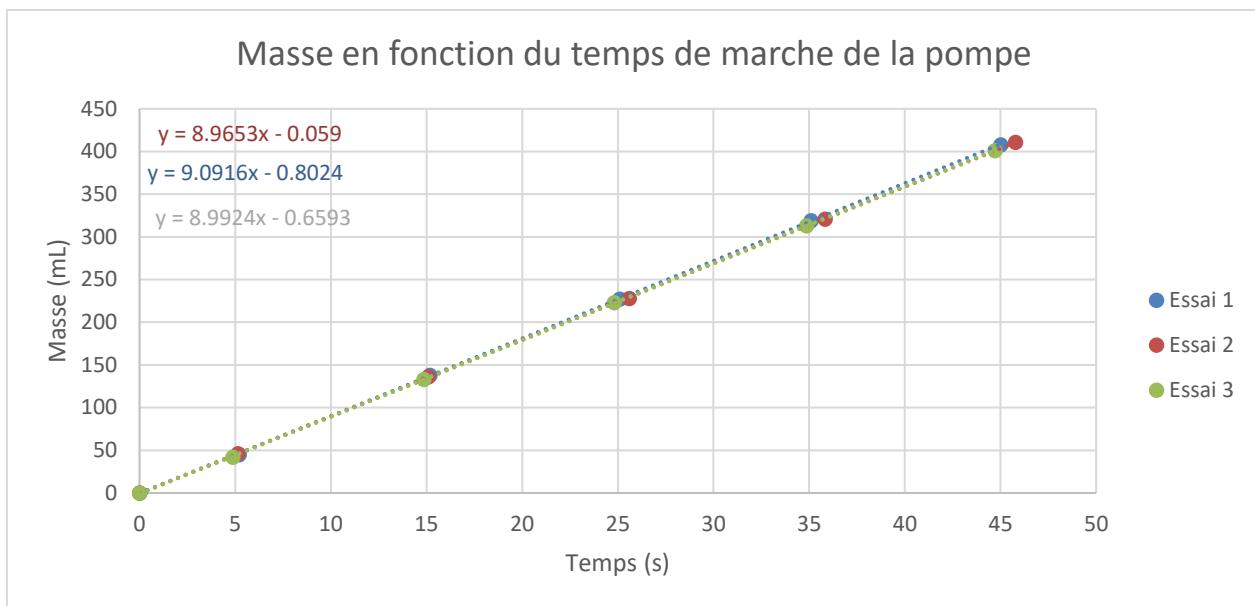
<b>Essai 1</b>			
<b>Intervalle de temps (s)</b>	<b>Temps cumul (s)</b>	<b>Masse intervalle (mL)</b>	<b>Masse cumul (mL)</b>
0	0	0	0
5.21	5.21	45	45
9.96	15.17	93	138
9.93	25.1	89	227
9.99	35.09	92	319
9.93	45.02	89	408

<b>Essai 2</b>			
<b>Intervalle de temps (s)</b>	<b>Temps cumul (s)</b>	<b>Masse intervalle (mL)</b>	<b>Masse cumul (mL)</b>
0	0	0	0
5.13	5.13	46	46
9.96	15.09	90	136
10.5	25.59	92	228
10.24	35.83	93	321
9.95	45.78	90	411

<b>Essai 3</b>			
<b>Intervalle de temps (s)</b>	<b>Temps cumul (s)</b>	<b>Masse intervalle (mL)</b>	<b>Masse cumul (mL)</b>
0	0	0	0
4.87	4.87	42	42
9.99	14.86	91	133
9.94	24.8	90	223
10.06	34.86	90	313
9.85	44.71	88	401



Moyenne du taux de variation des 3 essais :

$$Moyenne = \frac{8.9653 + 9.916 + 8.9924}{3} = \frac{9.2913 \text{ mL}}{\text{s}} = 557.47 \text{ mL/min}$$

Moyenne de l'ordonnée à l'origine des 3 essais :

$$Ordonnée = \frac{0.059 + 0.8024 + 0.6593}{3} = 0.5067 \text{ mL}$$

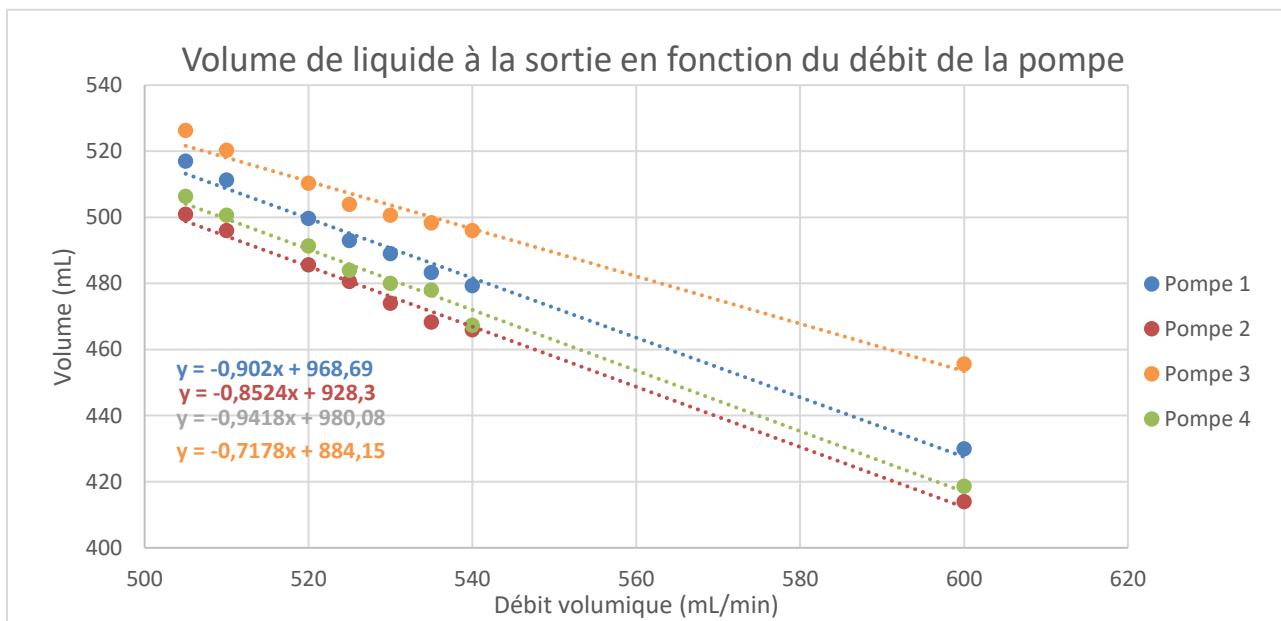
	VALEUR THÉORIQUE	VALEUR EXPÉRIMENTALE	ERREUR RELATIVE
TAUX DE VARIATION	540 mL/min	557,47	3,23%

L'erreur relative de 3.23% est due à l'erreur de synchronisation entre le chronomètre et l'activation du bouton de marche de la pompe en plus de l'incertitude sur le cylindre gradué. De plus, cette erreur est aussi due au fait qu'on ne sait jamais la position des galets au début et à la fin du cycle. Cela entraîne une variation du volume entre chacun des essais. On peut, donc considérer que l'erreur relative entre la valeur théorique et la valeur

expérimentale est négligeable et que les pompes donnent un débit très près de la valeur expérimentale.

L'écart sur l'ordonnée à l'origine est due au fait que le cylindre gradué n'est pas séché entre chaque test et l'ignorance de la position des galets.

DEBIT VOLUMIQUE (ML/MIN)	POMPE 1			POMPE 2			POMPE 3			POMPE 4			Moy
	1	2	3	Moy	1	2	3	Moy	1	2	3	Moy	
505	515	518	518	517	500	502	501	501	525	527	527	526	505
510	512	512	510	511	498	495	495	496	520	521	520	520	500
520	502	500	497	500	485	485	487	486	510	510	511	510	490
525	495	492	492	493	482	480	480	481	505	502	505	504	483
530	490	487	490	489	475	475	472	474	500	502	500	501	480
535	485	482	483	483	468	469	468	468	498	500	497	498	475
540	480	480	478	479	465	465	468	466	495	498	495	496	465
600	430	430	430	430	415	415	412	414	455	455	457	456	418
													419



	DEBIT VOLUMIQUE (ML/MIN)	TEMPS (S)
POMPE 1	520	57,65
POMPE 2	500	59,5
POMPE 3	530	56,7
POMPE 4	510	58,9

Écart maximal :

$$\text{Écart volume max} = 530 - 510 = 20\text{mL}$$

$$\text{Écart temps max} = 59.5 - 56.7 = 2.8 \text{ secondes}$$

L'écart peut être expliqué par le fait qu'on ne connaît jamais la position des galets. Il y aura donc toujours une marge de  $\pm 3\text{mL}$ , qui représente le volume par tour. Le reste de l'écart s'explique par la longueur des conduites à l'entrée de la pompe.

## Améliorations

Pour avoir un système de dosage efficace, il faudrait éventuellement changer le type de moteur pour un moteur pas à pas. En effet, contrôler le volume avec une variable comme le temps n'est pas optimal. Si on change les autres paramètres, comme la longueur des conduites, la vitesse de la pompe, la température ou encore le liquide, le temps de marche devra à chaque fois être réajuster

Aussi, dans l'éventualité où la machine servirait au public, il faudrait diminuer encore plus le temps du procédé. Le temps de service de client doit être beaucoup plus rapide pour assurer la satisfaction des clients. On pourrait, donc opter pour des pompes avec plus de puissance.

De plus, les tests de pompe n'ont pas été faits sur le montage final. Pour bien représenter le procédé réel, il faudrait faire des tests sur le montage final pour valider les résultats. Les tests ont aussi été faits sans considérer la température. Il faudrait vérifier que la température du liquide n'a pas d'impact sur le volume dosé par les pompes.

Aussi, il faudra faire les tests en faisant varier les ratios de chacune des bières pour vérifier qu'ils arrivent toujours au bon volume de 500mL. Ce test n'a pas été effectué par manque de temps.

Finalement, avec les données expérimentales obtenues il faudrait calculer le rendement réel de la pompe en ajoutant les pertes de charges.

## Système de refroidissement

### Retour sur la conception détaillée

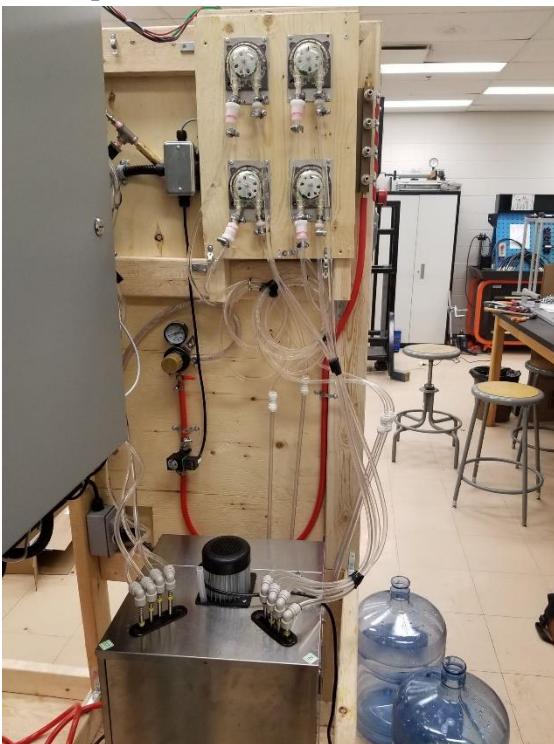
Il y avait deux solutions de retenues pour le système de refroidissement lors de la conception préliminaire, c'est-à-dire les systèmes à l'eau et les systèmes au glycol. Ces deux systèmes ont la capacité de refroidissement voulu et sont souvent utilisés dans les systèmes à bière sous-pression.

La solution choisie est le système à l'eau qui comportait moins de risque de gel de la bière dans l'échangeur de chaleur. La quantité d'énergie requise ainsi que le temps de refroidissement avait été calculé théoriquement.

### Changements apportés

Le modèle Tayfun avait tout d'abord été sélectionné. Cependant le client préférait, le Vin Service d'une autre compagnie en laquelle il faisait plus confiance. Les deux types de système sont similaires et possède la même capacité de refroidissement.

### Conception finale



## Validation

### But

Le but de ces tests est de connaître le temps réel de refroidissement de la bière selon le débit volumique dans les serpentins.

### Hypothèses

1. La température dans le bassin d'eau du système de refroidissement est uniforme.
2. La température dans le système de refroidissement reste constante tout le long de l'expérimentation
3. Longueur des serpentins=15m
4. Quantité d'énergie fournie max par le système de refroidissement :

Capacité de refroidissement : 90L/h

$$\dot{m} = \frac{90\text{kg}}{3600\text{s}} = 0.025 \text{ kg/s}$$

$$Q = \dot{m} * C_p * \Delta T = 0.025 * 4180 * 29 = 3030.5 \text{ J/s}$$

$Q$  = Quantité d'énergie transférée (J/s)

$\dot{m}$  = Débit massique de la bière (kg/s)

$C_p$  = Chaleur spécifique (J/kg \* °C) = 4180 J/kg \* °C

$\Delta T$  = Variation de température (°C)

Ainsi, le système de refroidissement ne peut pas fournir plus de 3030.5 J/s.

### *Matériel*

- Cylindre gradué
- Balance
- Chronomètre
- Capteur de température
- Eau potable
- Pompe Welco

### *Procédure expérimentale*

1. Prendre la température du bassin d'eau du système de refroidissement
2. Si les serpentins sont déjà remplis d'eau, il faut vider cette eau pour la remplacer par de l'eau à température ambiante pour éviter de fausser les données si la température dans le système n'est pas à température ambiante au départ.
3. Prendre la température de l'eau à l'entrée de la pompe
4. Prendre la température de l'eau à la sortie pour chaque débit de pompe. Faire 3 essais pour chaque et prendre la moyenne.
5. Comparer avec les valeurs théoriques et calculer l'erreur relative.
6. Le coefficient de transfert thermique entre de l'eau liquide en convection libre et de l'eau liquide en convection forcée se situe entre 500-2000W/m<sup>2</sup> K. Calculer la valeur expérimentale.

### *Résultats*

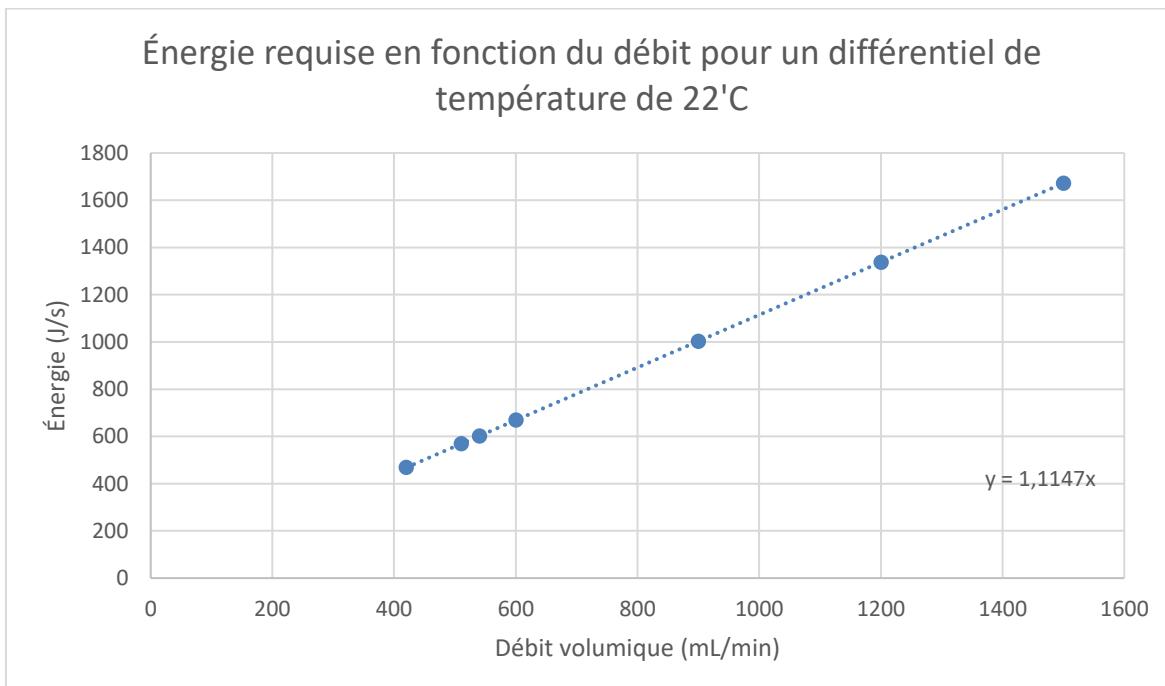
Température du bassin d'eau = 1.6°C

Température de l'eau à l'entrée de la pompe=21.6°C

Le tableau et graphique suivant représente les valeurs théoriques de refroidissement calculées à partir de la formule suivante :

$$Q = \dot{m} * C_p * \Delta T$$

DEBIT VOLUMIQUE (ML/MIN)	DEBIT MASSIQUE (KG/S)	ÉNERGIE (J/S)
1500	0,025	1672
1200	0,02	1337,6
900	0,015	1003,2
600	0,01	668,8
540	0,009	601,92
510	0,0085	568,48
420	0,007	468,16



Par la suite, on peut calculer la température de sortie qu'on doit obtenir selon le choix de débit des pompes et la température d'entrée de l'eau. Le tableau suivant représente l'écart de température théorique selon le débit des pompes :

Q (J/S)	M (KG/S)	CP	DT ('C)
668,8	0,01	4180	16,00
601,92	0,009	4180	16,00

557,35	0,0083	4180	16,06
--------	--------	------	-------

Exemple de calculs :

$$Q = \dot{m} * C_p * \Delta T$$

$$\dot{m} = \dot{V} * \rho = \frac{0.0006 \text{ m}^3}{\text{min}} * \frac{1\text{min}}{60\text{s}} * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0.01 \text{ kg/s}$$

$$\Delta T = \frac{Q}{\dot{m} * C_p} = \frac{668.8}{0.01 * 4180} = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

On peut alors prendre les valeurs expérimentales et les comparer avec les théoriques :

DEBIT (ML/MIN)	DEBIT (KG/S)	TOUT			DT	Q
500	0,0083	1	2	3	Moy	
540	0,0090	5,3	5,1	5	5,13	16,47 573,59
600	0,0100	5,4	5,2	5	5,20	16,40 616,97
		5,3	5,3	5,3	5,30	16,30 681,34

DEBIT (ML/MIN)	VALEUR EXPERIMENTALE	VALEUR THEORIQUE	ERREUR RELATIVE (%)
500	16,47	16	2,92
540	16,40	16	2,50
600	16,30	16,06	1,49

On remarque une erreur relative entre 1.5% et 3%. Cette erreur peut provenir du fait qu'il y a un temps entre les tests ou la bière est dans le système de refroidissement où il y a échange de chaleur. Aussi, les conduites à la sortie du système ne sont pas isolées. Il y a donc une perte de chaleur entre la sortie et le temps de prise de mesure. On peut tout de même conclure que les valeurs expérimentales sont représentatives.

$$Q = U * A * \Delta T_m$$

$Q$  = Quantité d'énergie transférée (J/s)

$U$  = Coefficient de transfert thermique ( $W/m^2 * K$ )

$A$  = Surface d'échange de chaleur ( $m^2$ )

$\Delta T_m$  = Écart de température logarithmique (K)

Surface d'échange de chaleur :

$$A = \pi D * L * (4 \text{ serpentins}) = \pi * 0.0079 * 15 * 4 = 1.489 \text{ m}^2$$

Différenciel de température logarithmique :

$$\Delta T_m = \frac{(T_1 - t_2) * (T_2 - t_1)}{\ln \frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}} = \frac{(294.75 - 274.75) * (278.45 - 274.75)}{\ln \frac{294.75 - 274.75}{278.45 - 274.75}} = \frac{74}{1.687} = 43.85K$$

Coefficient de transfert thermique :

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T_m} = \frac{54172.8}{1.489 * 43.85} = 829.69 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Le coefficient de transfert thermique est logique, puisqu'il se situe entre 500 et 2000  $\text{W/m}^2 \text{ K}$ .

## Améliorations

Lors de ces tests, la variation de température dans le bassin d'eau de refroidissement n'a pas été considérée. On a supposé que la quantité de bière à température ambiante injectée dans le système de refroidissement ne fût pas assez pour faire monter la température. Il y a un capteur sur le système de refroidissement qui n'a pas été utilisé puisque les tests ont été faits hors tension pour faire diminuer la glace qui était rendu trop épaisse dans le bassin. Éventuellement, il faudrait faire les tests en considérant la variation de température dans le bassin.

De plus, le système de recirculation de l'eau dans le système de refroidissement n'était pas encore installé. Ce système permet de prendre l'eau du bassin et de la faire circuler dans une ligne indépendante au travers les autres lignes à bière dans un isolant, de la sortie du système, en passant par le contenant sous-pression jusqu'au robinet de service. Il permet à la bière de rester froide entre la sortie du refroidisseur et le robinet de service. Si ce système avait été mis en place, il y aurait eu une plus grande variation de température dans le bassin de refroidissement qui aurait probablement donné d'autres valeurs que celles obtenues.

Il faudrait aussi calculer le temps que le refroidisseur prend pour former la glace autour de l'évaporateur et atteindre sa température voulue. Ce paramètre est important pour savoir à quel moment il faut mettre en marche le système de refroidissement pour qu'il soit à bonne température lors du commencement de la production. Ce paramètre n'a pas été testé puisqu'il avait été mis en marche auparavant et la glace n'est pas encore fondue complètement malgré le temps d'arrêt de 2 jours consécutifs.

Finalement, il faudrait avoir une plus grande plage de débit pour pouvoir tester efficacement l'énergie requise pour chacun d'eux. En effet, l'écart entre les débits trop petit, le différentiel de température était pratiquement le même.

## Coûts de fabrication

Le tableau suivant représente les coûts totaux du système d'entrée :

Liste des coûts: Système d'entrée						
Nom	Compagnie	No.	Qt é	Prix (US)	Prix (CAN)	Total (\$CAN)
<b>1. Système de stockage des fûts</b>						
Distributeur de CO2 2 entrées 4 sorties	CBS	BB101614	1	57,99 \$	57,99 \$	
Ligne à CO2 5/16" ID (par pied)	CBS	BT385818	20	1,29 \$	25,80 \$	
Hose fitting pour valve de CO2 5/16" ID 1/4 NPT	McMaster-Carr	5350K34	2	2,58 \$	3,48 \$	6,97 \$
Valve solénoïde 2 voies	Automation direct	DVP-2DC2E-24D	1	41,00 \$	55,35 \$	55,35 \$
<b>Sous-Total</b>						<b>146,11 \$</b>
<b>2. Système de pompage</b>						
Pompe péristaltique	Welco	WP11-U1/4M-N-*CP	4	104,00 \$	140,40 \$	561,60 \$
Tygon PVC Tubing for Food	McMaster-Carr	6546T13	40	1,71 \$	2,31 \$	92,34 \$
Plastic Barbed Tube Fitting Male (pack of 10)	McMaster-Carr	5372K113	1	4,86 \$	6,56 \$	6,56 \$
Plastic Barbed Tube Fitting Female (pack of 10)	McMaster-Carr	5372K173	1	12,90 \$	17,42 \$	17,42 \$
Miniature suction strainer	McMaster-Carr	98755K12	4	2,57 \$	3,47 \$	13,88 \$
Backflow Prevention Valve	McMaster-Carr	2987K47	4	4,04 \$	5,45 \$	21,82 \$
Plug plastic Quick disconnect	McMaster-Carr	5012K26	4	2,12 \$	2,86 \$	11,45 \$
Socket plastic Quick disconnect	McMaster-Carr	5012K21	4	5,75 \$	7,76 \$	31,05 \$
DIN-RAIL Mount Straight-Blade Receptacle	McMaster-Carr	1671K13	1	25,90 \$	34,97 \$	34,97 \$
Worm-Drive Clamp	McMaster-Carr	5076K31	2	8,92 \$	12,04 \$	24,08 \$
Backflow Prevention Valve pour manifold	McMaster-Carr	1424T15	4	15,00 \$	20,25 \$	81,00 \$
Stainless Steel Barbed Hose Fitting 1/4" Hose ID 1/4 NPT pour backflow	McMaster-Carr	5361K52	4	13,44 \$	18,14 \$	72,58 \$
304 Stainless Steel Barbed Hose Fitting pour manifold	McMaster-Carr	5361K33	2	9,92 \$	13,39 \$	26,78 \$
Push to connect straight connector	McMaster-Carr	9087K62	4	3,31	4,47 \$	17,87 \$
Tygon Hard tubing 1/4" ID 3/8"OD (3ft)	McMaster-Carr	53945K13	4	5,56 \$	7,51 \$	30,02 \$
Adapter 3/8" OD 3/8" NPT	McMaster-Carr	9087K14	4	3,15 \$	4,25 \$	17,01 \$
<b>Sous-Total</b>						<b>1 060,43 \$</b>
<b>3. Système de refroidissement</b>						
Vin Service HE90	CBS	BB900219	1	1 331,00 \$	1 331,00 \$	
Push to connect for stainless steel tubing	McMaster-Carr	9406T28	8	7,88 \$	10,64 \$	85,10 \$
<b>Sous-Total</b>						<b>1 416,10 \$</b>
<b>Total</b>						<b>2 622,64 \$</b>
<b>Taxes</b>						<b>392,74 \$</b>
						<b>3 015,37 \$</b>

Le coût total est de 3015,37\$. Ce montant est plus bas de 1366\$ que l'estimation des coûts faite dans la conception détaillée. On explique l'écart de différence par le fait d'avoir choisi une valve solénoïde au lieu de 4 pour contrôler l'injection de gaz carbonique dans les fûts de chêne. De même pour les limiteurs de pression.

Le prochain tableau est la liste des coûts totaux de la structure en bois du prototype :

Liste des coûts: Bâti						
Nom	Compagnie	No.	Qté	Prix uni. (\$)	Total (\$)	
Embout tournevis carré	Rona	11 798 915 077	1	3,79 \$	3,79 \$	
Vis à bois 8x2 1/2	Rona	136372 297-650	1	5,99 \$	5,99 \$	
Vis à bois 10x1 1/4	Rona	136379 297-695	1	4,49 \$	4,49 \$	
Plywood C-P Sap Select (12.5) 1/2x4x8	Rona	113792 CP12SS	1	27,48 \$	27,48 \$	
Plywood C-P Epi STD (12.5) 1/2x4x8	Rona	113776 CP12ES	1	24,99 \$	24,99 \$	
Bois épinette col. Sec 2x4x8	Rona	114624 EP248S	8	2,59 \$	20,72 \$	
Équerre angle 3"x3"	Rona	97X30-BC	12	0,95 \$	11,40 \$	
Équerre angle 2"x2"	Rona	97X20-BC	25	0,63 \$	15,75 \$	
Coupe-Trait de scie	Rona	159819	6	1,50 \$	9,00 \$	
Coupe-Bois de charpente	Rona	159820	15	1,00 \$	15,00 \$	
Bandé perforée	Réno Dépôt	67001004192	1	4,19 \$	4,19 \$	
Vis à bois TP	Réno Dépôt	62241221853	1	6,29 \$	6,29 \$	
Charnière porte 2.5"	Réno Dépôt	6270384312	1	4,19 \$	4,19 \$	
Crochet 2 3/4	Réno Dépôt	62703271002	1	2,49 \$	2,49 \$	
<b>Total</b>					<b>155,77 \$</b>	
<b>Taxes</b>					<b>23,33 \$</b>	
					<b>179,10 \$</b>	

L'estimation des coûts pour le bâti était de 500\$. Il y a donc une économie pour cette partie. Par contre, ce sont des coûts pour la structure version prototype. Éventuellement, on devra estimer les coûts à la hausse pour avoir une structure finale en mécano-soudés au lieu d'en bois.

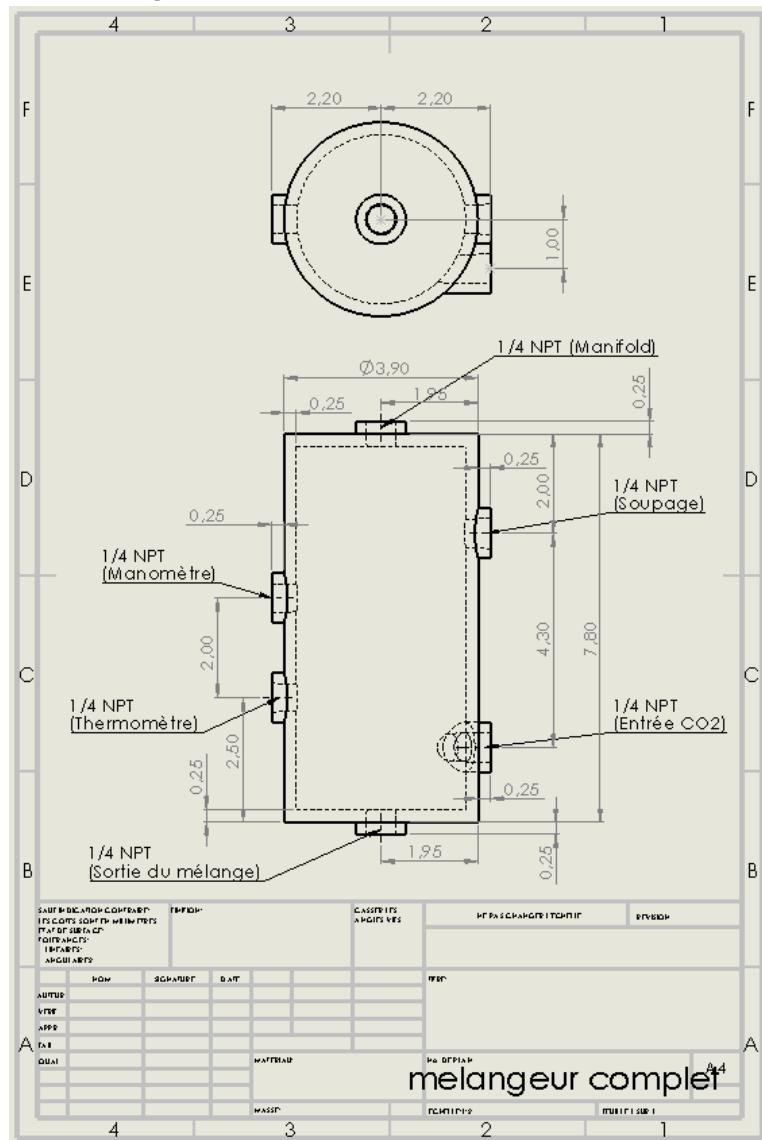
# Système de sortie

## Système d'alimentation en eau de rinçage et en bière

### Rappel de la conception détaillée

Lors de l'étude préliminaire, il était prévu d'avoir plusieurs entrées/sorties sur les parois du contenant. Observons le contenant tel qu'imaginé en conception détaillé. C'est ce plan qui fut donner au fabricant et au client.

Figure 1 : Contenant en conception détaillée

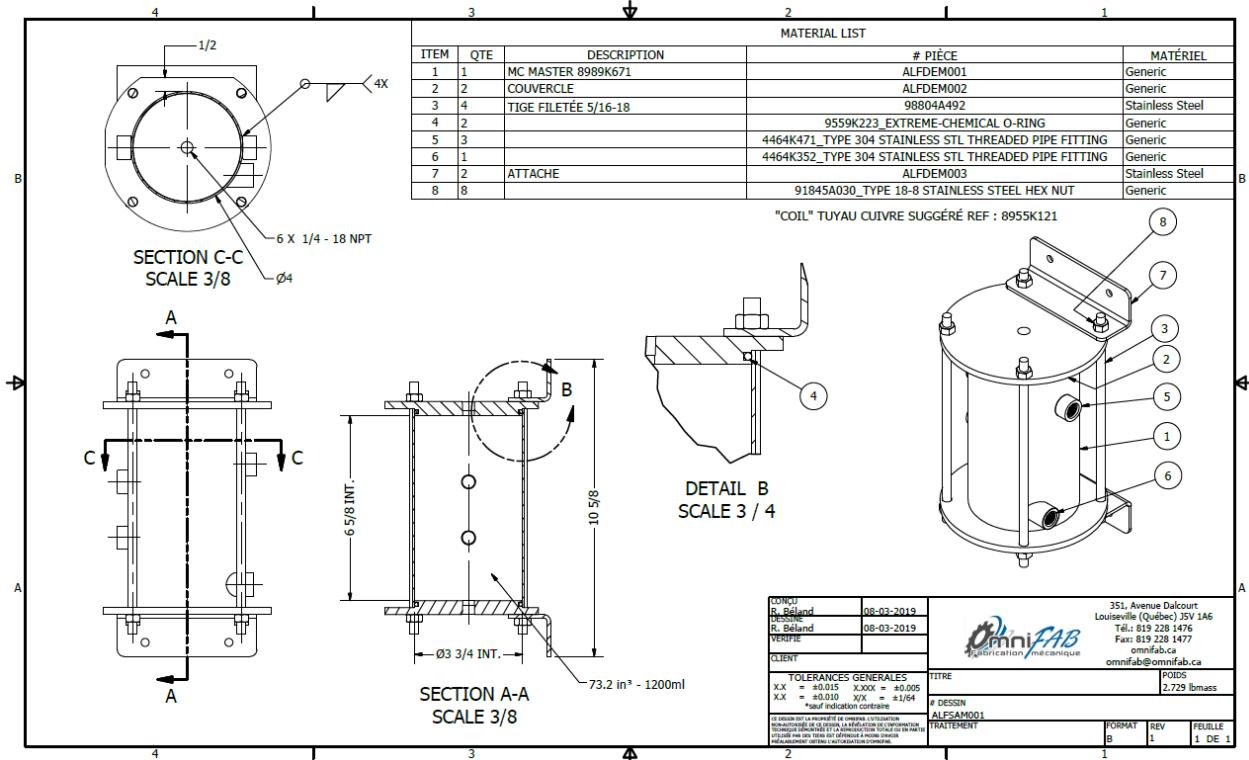


Un principe important en usinage est qu'il est toujours préférable de percer des trous dans une surface plane qu'ailleurs. De plus, le trou pour l'entrée de CO<sub>2</sub> qui est excentré est d'autant plus compliqué à faire. Suite à des tests faits avec le client dans son atelier, nous avons déterminé que le contenant devait résister à une pression maximale de 120 Psi, ce qui est beaucoup plus élevé que ce que nous avions estimé en conception préliminaire.

## Changements apportés

En collaboration avec le fabricant, nous avons revu la conception. J'ai aussi demandé conseil à mon père qui est ingénieur mécanique avec une trentaine d'années d'expérience. Nous avons convenu de produire un contenant avec deux bouchons tenus par serrage avec des tiges. Le fabricant m'a aussi expliqué qu'il allait percer des trous et y souder des raccords directement commandés chez McMaster & Carr. Le premier plan que j'ai reçu est le suivant.

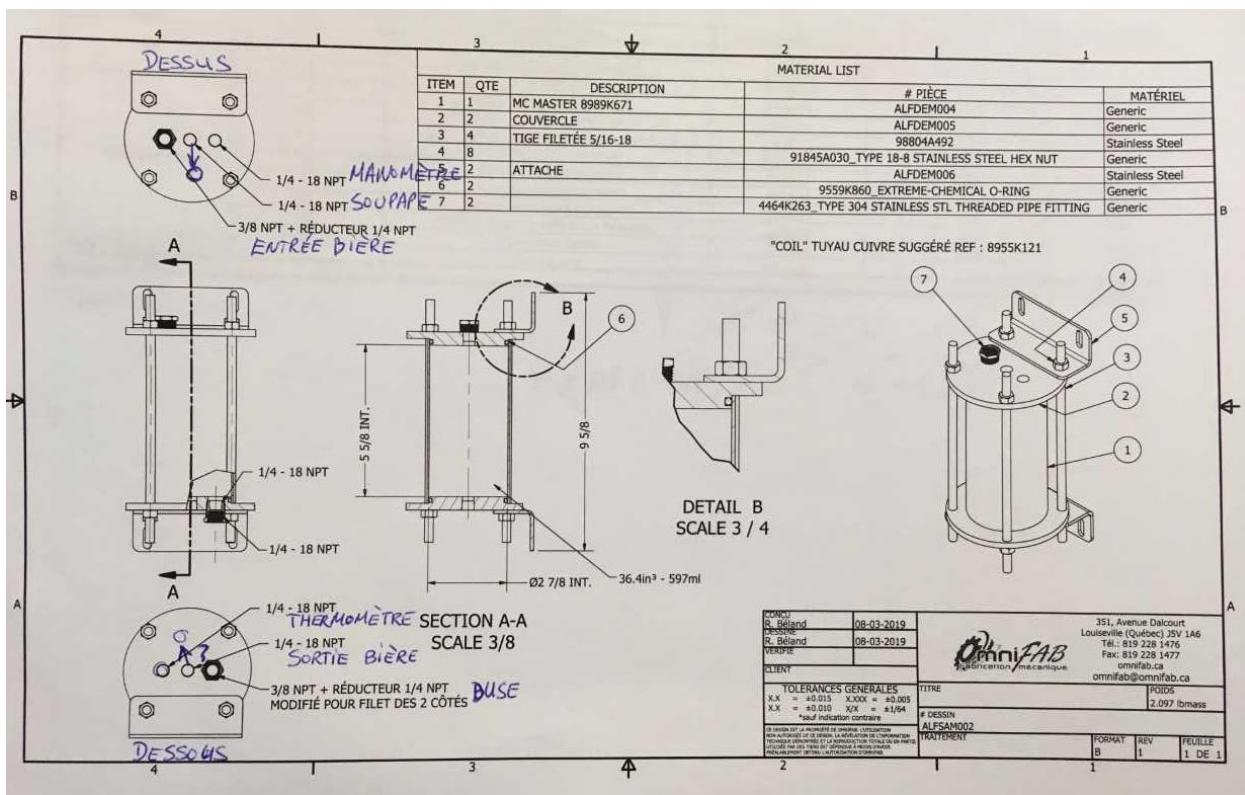
*Figure 2 : Deuxième plan produit par le fabricant suite à nos discussions*



Bien que relativement satisfait du nouveau design, quelques détails demeuraient à ajuster. D'une part, des trous étaient toujours dans les parois et nous venions de compléter les

tests qui nous demandaient de monter la pression à 120 Psi. J'ai donc demandé au fabricant de placer les trous dans les couvercles. Il a fallu aussi revoir le couvercle afin que les trous ne soient pas trop près du bord mais qu'ils soient tout de même les plus éloignés les uns des autres quand même afin de pouvoir y visser nos raccords et valves. Voici un exemple des résultats de nos discussions à ce sujet.

*Figure 3 : Derniers ajustements avant la commande du contenant, des couvercles et plaques de fixation*



Il fallait aussi s'assurer que le tube en cuivre servant au refroidissement du contenant puisse passer entre les tiges de serrage et le contenant.

## Validation

La fabrication du contenant a été retardée plusieurs fois et comme la soumission s'élevait à au-delà de 800 \$, notre client ne désirait pas investir davantage pour accélérer le processus de

fabrication. Nous avons donc dû trouver une solution de contournement. Nous avons trouvé des tubes et des couvercles en ABS au Rona. Nous nous en avons procuré et avons percé et taraudé les trous avec Dany afin d'y fixer les connexions des lignes qui entrent et sortent du véritable contenant. Cela nous a permis de continuer de progresser malgré la livraison tardive du vrai contenant.

*Figure 4 : Contenant d'appoint en ABS*



Figure 5 : Contenant à imiter venant d'être usiné chez Omnifab



## Système de refroidissement du contenant et du robinet

### Rappel de la conception détaillée

Dans l'étude préliminaire, nous avions prévu simplement isoler les tubes et le contenant mais suite à des tests fait à l'atelier nous avons dû revoir cette partie de la conception. En effet, les délais pour l'assemblage de la bière et la carbonatation sont devenu plus longs que ceux prévus initialement. Cela causait des problèmes puisque la mise en solution du gaz carbonique perd grandement de son efficacité quand la température augmente. De plus, il faut prévoir que cette machine risque de fonctionner dehors durant l'été et qu'il est probable que la température à l'extérieur dépasse les 20 degrés Celcius.

## Changements apportés

Conséquemment, nous avons pensé inclure une bobine de cuivre qui va entourer le contenant. Le cuivre est un choix évident puisque ses propriétés thermodynamiques sont idéales pour faire un transfert de chaleur. J'ai donc demandé l'aide de Dany afin de trouver un cylindre de diamètre légèrement inférieur à celui du contenant réel afin d'y enruler notre tube de cuivre. Le but de la manœuvre est de le déformer plastiquement et d'anticiper le retour de la déformation élastique (spring back) afin que la bobine soit bien enroulée autour du vrai contenant.

*Figure 6 : Bobine de cuivre pour le refroidissement du mélangeur*



## Validation

La circulation se fait sans problème et le refroidisseur fait circuler un liquide près de 3 degrés Celcius lorsqu'il se dirige vers la bobine. Le transfert de chaleur du contenant sera donc suffisant. Aussi, le contenant réel est en acier inoxydable et il est donc important de mesurer l'efficacité de ce refroidissement.

## Ligne d'injection de CO<sub>2</sub>

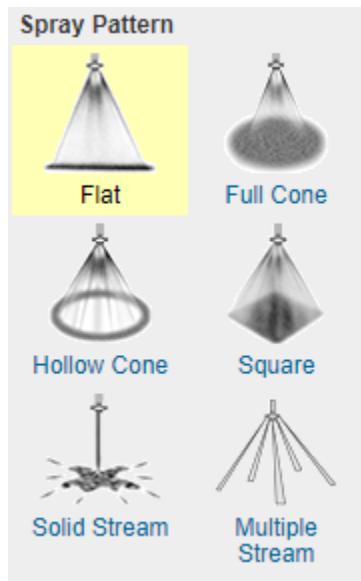
### Rappel de la conception détaillée

À l'origine, l'entrée de CO<sub>2</sub> se faisait de manière excentrée afin de créer de la vorticité dans le fluide à l'intérieur du contenant afin de produire de la turbulence pour favoriser la mise en solution du gaz carbonique dans le contenant.

### Changements apportés

Comme vu précédemment, les changements apportés au contenant à l'aide du fabricant ont changé le positionnement de l'injecteur de CO<sub>2</sub>. Cependant, cela ne nous affecte peu car l'angle du jet d'injection de gaz peut être ajusté en utilisant certains types de buses. Nous en avons donc commandé plusieurs afin de faire des tests. Certaines ont des jets à angle, d'autres coniques et plus dispersés. Une buse a aussi un plusieurs jets directionnels en même temps.

Figure 7 : Types de jets utilisés pour la buse d'injection de CO<sub>2</sub>



### Validation

Certaines buses étaient *back order* et nous attendons toujours qu'elles soient livrées. De plus, les délais pour la fabrication du contenant ont fait en sorte que nous ayons dû construire un contenant d'appoint en ABS. Cependant, il n'est pas souhaitable de pressuriser ce contenant et donc nous n'avons pas pu tester exhaustivement la carbonatation. Cependant, l'injection se fait correctement et il sera impératif de tester toutes les buses afin de choisir celle qui convient le

mieux à l'assemblage désiré. Il est possible de facilement la changer au besoin alors que pour certaines recettes l'une soit préférable à une autre. Voici les trois buses principales avec lesquels nous devons procéder à des tests.

*Tableau 1 : Identifications des buses à tester*

Numéro de pièce	Description	ID dans catalogue McMaster & Carr
1	No-Drip Flat Spray Nozzle	<a href="#">4846T13</a>
2	High-Impact Deflected Flat Spray Nozzle	<a href="#">32535K22</a>
3	Full-Cone Spray Nozzle	<a href="#">32885K119</a>

Il existe trois paramètres sur lesquels nous pouvons agir. La pression réglée dans le régulateur, la durée d'un jet d'injection et le nombre de jets. Nous devrions donc procéder avec des tableaux comme suit :

*Tableau 2 : Exemple d'un test à une pression pour une buse*

Test 1: 100 Psi et temps d'ouverture de 0.3 secondes [No-Drip Flat Spray Nozzle (4846T13)]	
Nombre de jets	Résultat
3	NON
5	NON
7	OK
10	ACCEPTABLE

Nous devons donc attendre que les buses et notre contenant arrivent afin de procéder aux tests. Cela dit, la ligne a été modélisé avec SolidWorks et installé sur le montage. Cette modélisation est en annexe.

## Ligne d'échappement pour CO2

### Rappel de la conception détaillée

Nous avions décidé de simplement ouvrir une valve pour laisser un échappement se faire automatiquement. Cependant, après des tests en atelier, nous avons remarqué qu'il fallait moduler le débit à laquelle le CO2 est éjecté. Il a aussi fallu prendre en considération que le contenant serait presque plein de liquide et donc qu'il y aurait presque systématiquement de la mousse qui passerait par la soupape.

### Changements apportés

Nous avons donc commandé des équipements conséquents. Nous avons aussi ajouté un limiteur de débit afin de contrôler l'échappement.

### Validation

Cette ligne devra être testée une fois que nous aurons reçu le vrai contenant car le contenant d'appoint ne peut être pressurisé. Cela dit, ce test est fort simple et la valve fonctionne correctement. Le plan de la modélisation se retrouve en annexe.

## Ligne d'alimentation en eau et en bière

### Rappel de la conception détaillée

Après la conception détaillée, nous avons décidé de faire arriver l'eau et les 4 entrées de bière dans le même collecteur qui fera entrer le liquide dans le contenant.

### Changements apportés

Aucun.

### Validation

Les entrées d'eau et de bière ont été testés et fonctionnent tel que requis. La modélisation est incluse en annexe.

## Ligne du robinet et drain

### Rappel de la conception détaillée

Nous avions décidé de faire couler la bière par gravité. À l'aide de deux valves, nous allons soit ouvrir les deux en même temps (en gardant le robinet fermé) pour diriger le liquide vers le drain ou en ouvrir une seule pour diriger le liquide vers le robinet pour le service.

### Changements apportés

L'écoulement par gravité n'est pas optimal. Nous allons donc intentionnellement garder une légère pression dans le contenant afin de permettre le service du liquide vers le robinet.

### Validation

Les valves fonctionnent et la ligne fonctionne tel que requis. Les plans figurent en annexe.

## Thermomètre, manomètre et soupape de limitation de pression

### Rappel de la conception détaillée

Depuis le tout début de la conception, nous avions décidé d'avoir un trou dédié à un thermomètre et un autre à un manomètre. Il a été négligé de prévoir une soupape de sécurité.

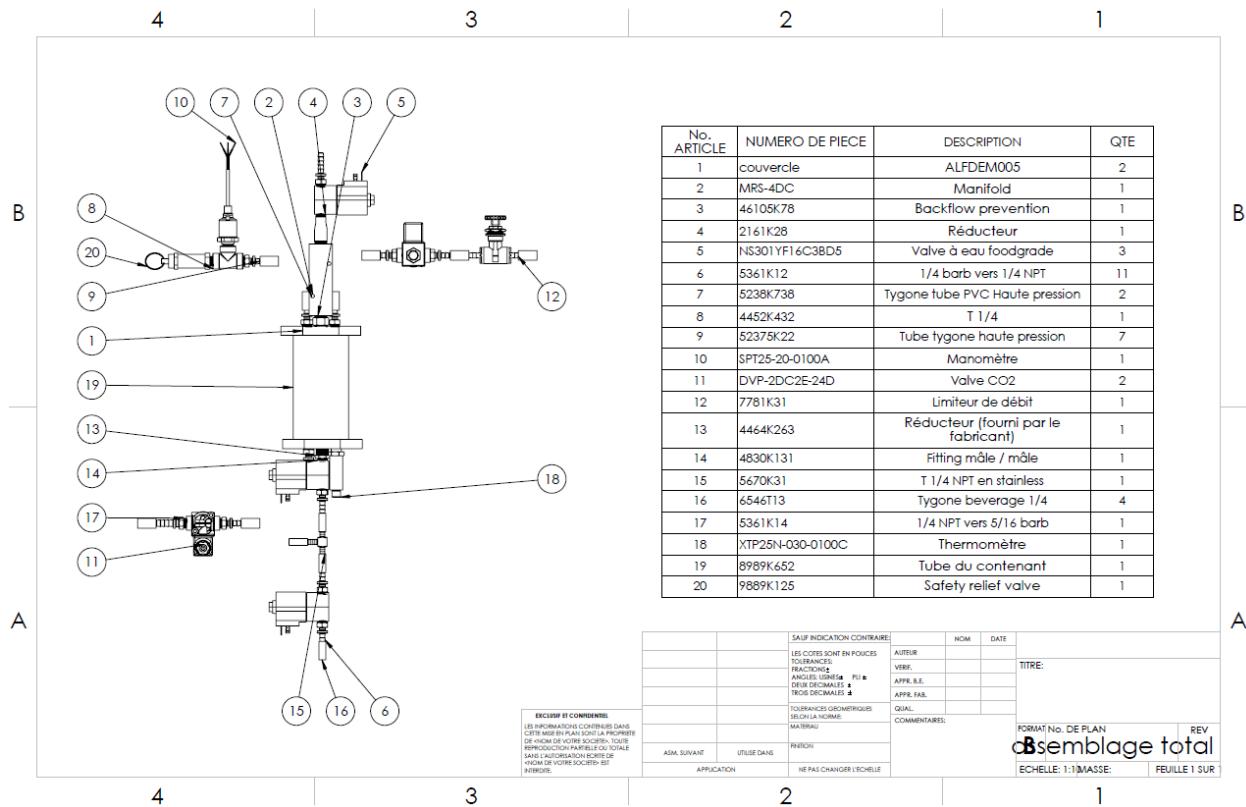
### Changements apportés

Nous avons ajouté un T pour brancher le manomètre dans la même ligne que la soupape de sécurité qui sera mécaniquement calibrée pour s'ouvrir à 120 Psi.

### Validation

Cette configuration est fort simple et fonctionne tel que requis. Comme pour les autres lignes, la modélisation figure en annexe.

**Figure 8 : Modélisation complète du contenant et des lignes**



## Système de pompage d'eau pour le rince-verre et le cycle de nettoyage

### Rappel de la conception préliminaire

Après la conception préliminaire et détaillée, il était convenu que nous utiliserions une pompe qui serait contrôlée par l'automate. Son temps d'activation serait intégré au cycle de nettoyage. Cela rendait l'inclusion d'un rince-verre plus ou moins problématique car il aurait fallu l'activer avec un bouton ce qui n'est clairement pas idéal. Cette idée avait donc été écartée mais suite à un retour sur la conception détaillée avec notre client, nous avons compris qu'il désirait tout de même en avoir un.

### Changements apportés

Comme notre client est très connaissant, il nous a d'emblée proposé une pompe différente qui pourrait rendre l'inclusion du rince-verre beaucoup plus simple. Cette pompe s'active automatiquement lorsqu'il y a un différentiel de pression dans le tube où elle est

connectée. Cela fonctionne sensiblement comme le système d'alimentation d'eau de la ville. Quand on ouvre le robinet, il y a un différentiel de pression et l'eau sort par le robinet, cherchant à combler ce différentiel. Dans notre cas, si on appuie sur le rince-verre, cela ouvre une valve et l'eau coule dans le mécanisme. Il y a aussi une valve à l'entrée du collecteur d'eau et de bière qui va vers le contenant de mélange. Si on l'ouvre, l'eau coule dans le collecteur et c'est l'automate qui contrôle cette valve. Notre automate contrôle donc une valve au lieu d'une pompe et le rince-verre active mécaniquement la pompe qui l'alimente, ce qui simplifie beaucoup ce système.

## Validation

La pompe a été testée et fonctionne correctement. Son alimentation est suffisante pour le rince-verre ou pour le rinçage du contenant.

## Liste complète des composantes et prix

Suite à la conception détaillée, un bon de commande a été produit et transmis à notre client afin qu'il procède à la commande.

**Tableau 3 : Premier bon de commande suite à la conception détaillée**

Compagnie	#	Nom	No.	Qté	Prix (US)	Prix (CAN)	Total (\$CAN)
McMaster & Carr	1	Brass Barbed Hose Fitting (en T 5/16)	<a href="#">91355K52</a>	1	\$8,30	11,04	\$11,04
	2	Brass Barbed Hose Fitting (en T 1/4)	<a href="#">91355K47</a>	1	6,55	\$8,71	\$8,71
	3	304 Stainless Steel Barbed Hose Fitting (5/16 hose to 1/4 NPT male)	<a href="#">5361K14</a>	1	\$12,30	\$16,36	\$16,36
	4	304 Stainless Steel Barbed Hose Fitting (1/4 hose to 1/4 NPT male)	<a href="#">5361K12</a>	12	\$10,04	\$13,35	\$160,24
	5	Brass Barbed Hose Fitting (5/16 hose to 1/4 NPT Female)	<a href="#">5346K53</a>	1	\$11,85	\$15,76	\$15,76
	6	Precision Flow-Adjustment Valve	<a href="#">7781K31</a>	1	\$18,80	\$25,00	\$25,00
	7	High-Pressure PVC Tubing (25 pieds)	<a href="#">5238K738</a>	1	\$14,50	\$19,29	\$19,29
	8	Tygon PVC Tubing for Food, Beverage, and Dairy (25 pieds)	<a href="#">6546T13</a>	1	\$42,75	\$56,86	\$56,86
	9	No-Drip Flat Spray Nozzle	<a href="#">4846T13</a>	1	\$35,98	\$47,85	\$47,85
	10	High-Impact Deflected Flat Spray Nozzle	<a href="#">32535K22</a>	1	\$14,09	\$18,74	\$18,74

	11	Full-Cone Spray Nozzle	<a href="#">32885K119</a>	1	\$11,27	\$14,99	\$14,99
<b>Atelier du brasseur</b>	12	RÉGULATEUR DOUBLE DE CO2 TAPRITEO-60 PSI	<a href="#">T752HP-02</a>	1		\$159,99	\$159,99
<b>Automation direct</b>	13	Process Pipeline Solenoid Valves	<a href="#">DVP-2DC2E-120A</a>	2	\$41,00	\$54,53	\$109,06
	14	Valve solenoïde pour rinçage	<a href="#">NS301YF16C3BD5</a>	1	\$77,00	\$102,41	\$102,41
<b>Ontario Beer Kegs (OBK)</b>	15	Taprite 6" 304 Stainless Steel Beer Shank	<a href="#">40006A</a>	1		\$43,99	\$43,99
	16	Square Brass Cold Block	<a href="#">Cold block</a>	2		\$11,99	\$23,98
	17	Tail Piece Assembly (1/4 barb)	<a href="#">Tail piece</a>	1		\$4,49	\$4,49
	18	CM Becker Compact V3S Forward Sealing Stainless Steel Creamer Faucet	<a href="#">V3S</a>	1		\$73,99	\$73,99
	19	Stainless Steel Spray Glass Rinser with Drain Drip Tray - 10"x7 1/2"x1"	<a href="#">Glass Rinser</a>	1		\$166,99	\$166,99
	20	Flojet Single Inlet Bottled Water Dispensing System	<a href="#">BW5002-000A</a>	1		\$189,95	\$189,95
					<b>TOTAL</b>	<b>\$1 269,69</b>	

Cette commande contenait l'essentiel des composantes nécessaires. Cela dit, certains changements de conception pour le mélangeur et des résultats de tests nous ont fait modifier certains détails. J'avais aussi oublié de commander le collecteur pour y brancher l'arrivée d'eau/bière. Nous avons donc dû passer une deuxième commande que voici :

**Tableau 4 : Deuxième commande passée chez McMaster & Carr**

Dominic Auger placed this order.

Line	Product	Ordered	Shipped	Balance	Price	Total
1	46105K78 Compact High-Pressure Backflow-Prevention Valve for Water, 303 Stainless Steel Body, 3/8 NPTF Male	1 Each	1	0	56.91 Each	56.91
2	2161K28 Thick-Wall Stainless Steel Threaded Pipe Nipple Reducer, Threaded on Both Ends, 3/8 x 1/4 NPT	1 Each	1	0	33.05 Each	33.05
3	4452K432 316 Stainless Steel Threaded Pipe Fitting, Low-Pressure, Tee Connector, 1/4 NPT Female	1 Each	1	0	9.00 Each	9.00
4	4830K131 Standard-Wall 304/304L Stainless Steel Pipe Nipple, Fully Threaded, 1/4 NPT, 7/8" Long	3 Each	3	0	1.65 Each	4.95
5	5361K14 304 Stainless Steel Barbed Hose Fitting, High-Strength, 5/16" Hose ID, 1/4 NPT Male End	2 Each	2	0	12.30 Each	24.60
6	9889K125 ASME-Code Fast-Acting Pressure-Relief Valve, Air, Test Ring, Brass Seal, 1/4 NPT, 3-1/8" High, 120 PSI	1 Each	1	0	23.65 Each	23.65
7	5463K188 Plastic Barbed Tube Fitting for Air and Water, Tight-Seal, Tee Connector, 5/16" Tube ID, White, Packs of 10	1 Pack	1	0	9.58 Per Pack	9.58
8	5076K31 Worm-Drive Clamps with Smooth Band for Soft Hose/Tube, 430 Stainless Steel, 5/16" to 5/8" Clamp ID, Packs of 10	2 Packs	2	0	8.92 Per Pack	17.84
9	9087K14 Push-to-Connect Fitting for Food and Beverage, Adapter, for 3/8" Tube OD x 3/8 NPTF Male, White	4 Each	4	0	3.15 Each	12.60
10	9087K62 Push-to-Connect Fitting for Food and Beverage, Straight Connector, for 3/8" Tube OD, White	4 Each	4	0	3.31 Each	13.24

Avec la livraison, cette commande s'élève à 313.89 CAD.

## Fabrication du contenant

Nous avons dû donner nos recommandations au fabricant et celui-ci, en les prenant en considération a produit un plan final pour fabriquer notre contenant. Ceci est le fruit de plusieurs échanges entre moi, le client et le fabricant. Il est important de considérer que le contenant est fait en acier inoxydable. La soumission s'est donc élevée à 820.

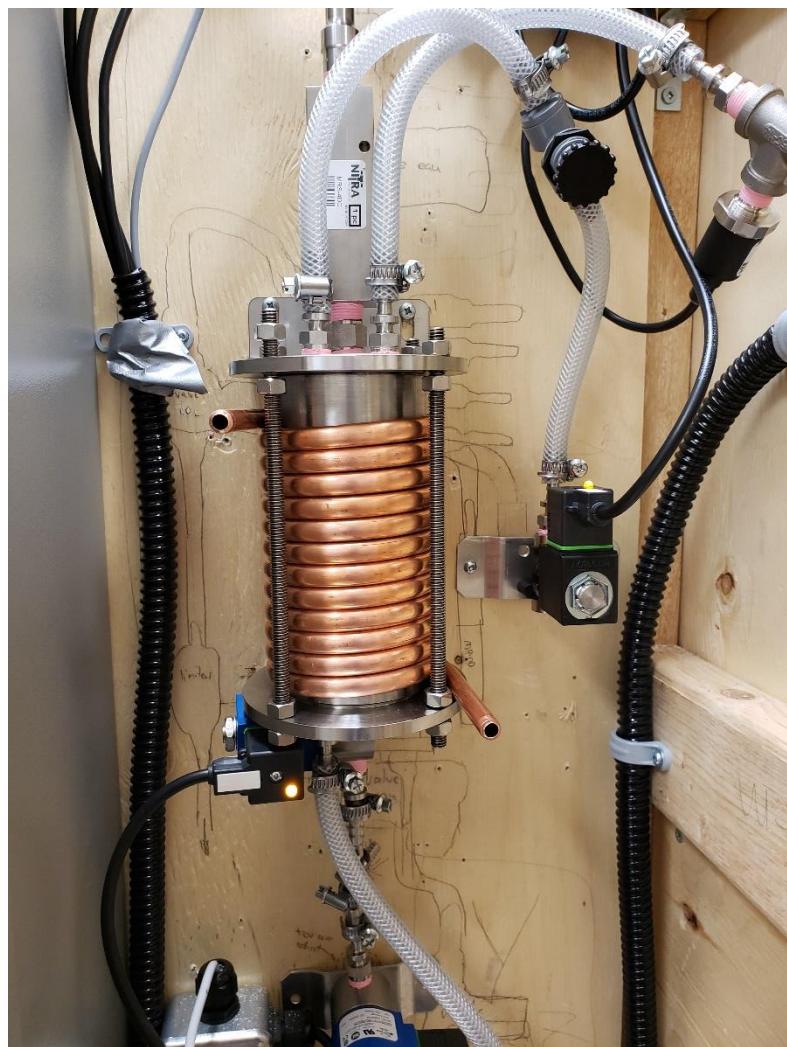
## Coût total des systèmes de sortie

Nous avons 3 factures à considérer.

$$1\,269.69 \$ + 313.89 \$ + 820 \$ = 2\,403.58 \$ CAD$$

Le coût total s'élève donc à 2 500 \$ CAD, ce qui est beaucoup plus élevé que les montants évoqués dans le cahier des charges et même dans la conception préliminaire. Cela est dû au fait que je n'avais pas considéré que la plupart de ces composantes devaient être *food grade* ou en acier inoxydable, ce qui fait augmenter les prix de manière significative. Aussi, la fabrication du contenant a été beaucoup plus longue et difficile que prévu et le prix est donc monté de manière conséquente.

**Figure 9 : Photo du contenant, des lignes qui y sont connectées et de la bobine de refroidissement**



# Améliorations

## Générales

Comme notre prototype a nécessité de nombreux ajustements au fur et à mesure que nous y assemblions nos montages et nos équipements, il était important que le bâti soit en bois afin que nous puissions repositionner certaines composantes. Cependant, ce matériau n'est pas idéal car à long terme, il est possible que l'humidité dégrade l'intégrité du bois. Aussi, le bois n'est pas très solide et une collision avec d'autres équipements dans l'entrepôt pourrait causer des dommages à la structure. Un bâti en métal fait sur mesure serait primordial si on voulait rendre cette machine commerciale.

Il serait aussi intéressant d'installer des compartiments dédiés à l'entreposage de produits nettoyant et de bien les isoler du reste de la machine. Certains équipements comme la bonbonne de CO2 et le contenant sont pressurisés et donc il faudrait aussi songer à les rendre inaccessible afin de rendre la machine la plus sécuritaire possible.

## Système de sortie

### Pièces non-standards à fabriquer sur mesure

Afin de rendre ce prototype commercial, il est évident que plusieurs améliorations devraient être apportées. Premièrement, certaines pièces qui se retrouvent dans le montage du prototype ne sont pas standards et il a fallu trouver des solutions de contournement. Par exemple, un raccordement de type barbillon en T de 5/16 en acier inoxydable n'est pas facile à trouver. Le seul que j'ai trouvé était sur McMaster & Carr et est en plastique. Aussi, il résiste à la pression requise mais pas beaucoup au-delà et à long terme, j'ai certaines craintes vis-à-vis de cette pièce. Il serait impératif de songer à en faire machiner quelques-unes et de les poser sur la version commerciale. Cela rendrait la machine plus sécuritaire.

### Encastrement des tubes dans le bâti

Lors de la construction du prototype, des attaches ont été placés pour passer les tuyaux du point A au point B. Nous avons aussi fixé les valves sur des plaques d'aluminium afin de pouvoir

les repositionner facilement et qu'elles soient bien alignées. Comme il y a des fils électriques à contourner, cela n'était pas simple. Il serait bon d'utiliser des composantes en acier inoxydable pour les changements de direction et de diamètre et de laisser nos tubes toujours aller en ligne droite. Aussi, le tube d'alimentation en eau qui arrive dans le collecteur dans le haut du montage dépasse un peu du panneau. Il serait clairement bon d'utiliser un raccord 1/4 NPT vers barbillon 1/4 mais en coude.



Finalement, l'idéal pour le reste du montage serait de construire un boîtier avec toutes les connections clairement identifiées, relativement espacées les unes des autres. Ce boîtier ne serait pas accessible et à l'abri. Il serait aussi plus sécuritaire d'isoler les tuyaux qui transportent de l'eau ou de la bière des fils électriques. Je privilégierais aussi d'utiliser des tuyaux droits rigides de type *push to connect* qui respectent les normes alimentaires.

## Système de contrôle

Cette partie traite de la réalisation de la solution de contrôle du procédé déterminée suite à la conception détaillée. Outre la réalisation physique des 4 facettes principales (gestion du système, interface utilisateur, acquisition de données ainsi que panneaux de contrôle et connexions), on y retrouve les procédures d'essais et validation, la comparaison des résultats avec les objectifs initiaux ainsi que les potentielles améliorations futures.

### **Retour sur la conception détaillée**

À la fin de la conception détaillée, la plupart des facettes du contrôle de procédé avaient été déterminées et il ne subsistait que peu d'inconnus. Ainsi, les solutions réellement implantées de la gestion du système, de l'interface opérateur et de l'acquisition de données divergent très peu de ce qui avait été détaillé dans le rapport précédent. Pour ces facettes, la procédure d'implémentation et les aspects clés seront donc principalement explorés.

Par contre, de nombreux doutes existaient toujours au niveau du choix des composants secondaires, de leur montage physique et de la façon de les connecter aux périphériques externes. Ces doutes ont été levés lors de la réalisation en entraînant certaines divergences par rapport à la conception détaillée.

Il a d'abord été décidé, après discussion avec le client, de séparer les composants électriques dans deux boîtiers distincts : un boîtier principal contenant la majorité des composants électriques et de contrôle (unité d'alimentation, automate, relais) et un boîtier secondaire contenant seulement l'écran d'interface, le bouton d'arrêt d'urgence et l'imprimante. Cette séparation vise à limiter l'encombrement du comptoir de service généré par les fortes dimensions du boîtier principal qui devait initialement se trouver sur la face avant de la machine. Grâce à cette solution, seul un panneau aux dimensions raisonnables se trouve du côté utilisateur.

De plus, considérant que la machine est d'abord un prototype pouvant évoluer et qu'il existe de nombreuses incertitudes quant au nombre de périphériques à contrôler, la décision d'effectuer la connexion des 16 sorties disponibles de l'automate a été prise. Même si cela complexifie le

montage, cette action permet d'ajouter ou de remplacer très facilement des périphériques en cas de besoin. Les composants électriques ont aussi été dimensionnés selon ce principe, que ce soit en utilisant des pièces pouvant résister à une puissance plus élevée (filage, relais, borniers) ou en permettant le remplacement facile d'une pièce par une plus forte (unité d'alimentation). Ces changements seront détaillés dans *Réalisation des panneaux de contrôle et connexions*.

## Réalisation de la gestion du système

Suivant la conception détaillée, où les divers grafcets de fonctionnement avaient été établis, la réalisation de la gestion du système a surtout consisté à convertir en *ladder* les séquences des divers modes et à implémenter les fonctions complexes (calcul des volumes, impression). Cette implémentation a été réalisée par étapes :

### Implémentation du cycle de sécurité et des encapsulations

Le grafcet de sécurité a d'abord été converti en *ladder* en suivant la stratégie de programmation détaillée dans le précédent rapport de conception. Après avoir vérifié l'évolution souhaitée des étapes, le premier niveau d'encapsulation a été implanté en créant une rail d'alimentation secondaire.

### Implémentation du cycle de gestion des modes et du cycle de rinçage

La deuxième étape a consisté à créer le cycle de gestion des modes permettant l'activation des trois modes principaux. Afin de faciliter la programmation, une liste des noms et adresses mémoire des variables utilisées a d'abord été créée. Une fois chaque variable présente, la gestion des étapes, des transitions et des sorties ont été intégrées. Finalement, le troisième niveau d'encapsulation a été implanté en deux sections séparées afin de pouvoir activer le cycle automatique et celui de nettoyage.

## Implémentation des cycles automatique et de nettoyage

La dernière étape majeure de la réalisation de la gestion du système a consisté à intégrer le cycle de production automatique ainsi que le cycle de nettoyage en profondeur. Cette implémentation a été accomplie de la même manière que l'étape précédente en convertissant les grafcets existants. La fonction de conversion des volumes en temps ainsi que l'impression finale, même si faisant partie du cycle automatique, n'ont été implémentées qu'ultérieurement dû à leur complexité.

## Essai de fonctionnement général du programme

Lorsque toutes les étapes du programme de gestion ont été complétées, un essai général a été effectué en simulation afin de s'assurer que le programme évoluait correctement dans tous les modes et qu'il n'y avait aucun bogue. De plus, la réponse du système à un arrêt imprévu (enclenchement de l'arrêt d'urgence ou annulation d'un cycle) a été vérifié pour valider la stabilité et la sécurité du système.

## Élaboration de la fonction de conversion volume-temps

Avec l'évolution séquentielle des étapes, cette fonction est une partie critique de la gestion du procédé : en effet, c'est elle qui génère le temps d'activation de chaque pompe (basé sur le volume demandé et le débit de la pompe) afin d'obtenir un volume total précis à chaque fois. Si à priori cette fonction semble simple, son implémentation dans un automate d'entrée de gamme est relativement complexe lorsqu'une bonne précision est nécessaire. Ce calcul est effectué en deux étapes :

- Récupération et conversion du débit de chaque pompe

À des fins d'ajustement, le débit de chaque pompe est modifiable à partir de l'interface. Il s'agit d'une variable entière (*integer*) en ml/min. La première étape consiste donc à convertir cette valeur entrée par l'utilisateur en nombre réel afin de réduire l'impact des arrondis. On peut ensuite diviser la constante 6000 par cette valeur afin d'obtenir une variable de conversion en centisecondes/millilitres. Cette

variable de conversion sera ensuite utilisée pour calculer le temps dans la prochaine étape. La figure suivante illustre les blocs de fonctions utilisés pour obtenir la variable de conversion de la pompe #1 :

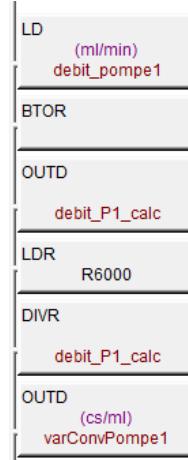


Figure 1: Variable de conversion pompe #1

b) Conversion du volume demandé en temps d'activation

La deuxième étape consiste en la multiplication de la variable de conversion avec le volume demandé par fût. Ici aussi, on convertit d'abord la valeur en nombre réel avant de la multiplier. Il est ensuite nécessaire de la reconvertisir en décimal. Puisque le volume demandé est en ml, on obtient donc un temps en centiseconde, temps qui sera ensuite utilisé tel quel dans une minuterie rapide pour contrôler l'activation des pompes. On retrouve cette étape dans la figure suivante :

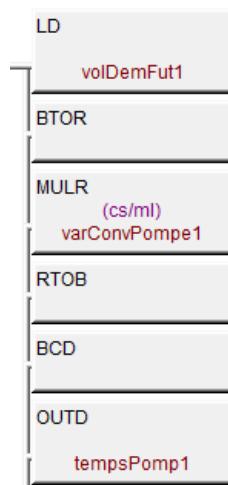


Figure 2: Obtention du temps d'activation, pompe #1

## Élaboration de la fonction d'impression

Bien que non critique au fonctionnement du système, l'impression de chaque recette produite demeure une fonction grandement souhaitée par le client. Puisqu'il s'agit de faire fonctionner un dispositif de niveau « hobby » à l'aide d'un composant industriel, plusieurs étapes ont été nécessaires afin de réaliser cette fonction. Tout d'abord, la communication sérielle avec l'imprimante a été effectuée à partir d'un ordinateur afin de comprendre le fonctionnement du produit et la façon de formater le texte. Ensuite, un montage a été réalisé avec un convertisseur RS232-TTL pour que les signaux émis par l'automate soient correctement interprétés par l'imprimante. Finalement, la fonction *VPRINT*, c'est-à-dire l'envoi de données sur un port série de l'automate, a été implémentée avec les données nécessaires au formatage et requises par le client.

La programmation de toutes ces fonctions complète la partie de la réalisation de la gestion du système. Le programme a ensuite pu être testé en situation réel lors d'une production simulée. Ces essais seront détaillés plus loin dans ce rapport.

## Réalisation de l'interface opérateur

À l'instar de la gestion du système, la réalisation de l'interface opérateur a surtout consisté à terminer les pages conçues lors de la conception détaillée et à élaborer le calcul du volume ajusté. La bonne communication avec l'automate sera détaillée dans la section *Essais*.

## Pages ajoutées ou améliorées

Tout d'abord, la banderole fixe a été légèrement modifiée afin d'afficher les lectures en temps réel des deux capteurs, soit la température et la pression à l'intérieur du contenant de carbonatation. On peut voir cette modification sur la figure suivante qui illustre le menu principal alors que la machine est en utilisation :

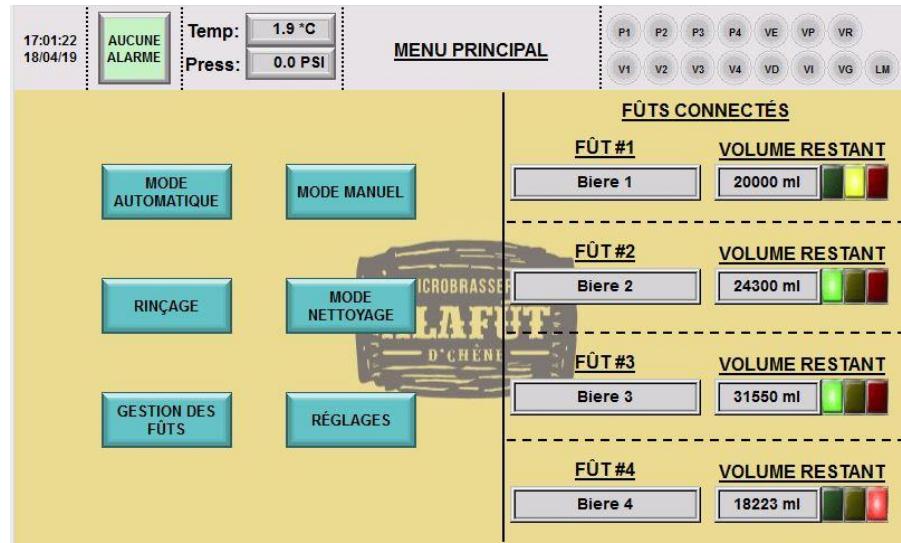


Figure 3: Menu principal de l'interface

Ensuite, la page de gestion des fûts a été conçue. Cette page sert à configurer le nom, le volume restant et les alertes de bas niveau pour chacun des fûts. Ces informations sont alors utilisées à plusieurs endroits dans le procédé afin d'éviter toute confusion lors de la conception des mélanges ou sur le reçu imprimé à la fin de la production. La figure suivante montre cette page :

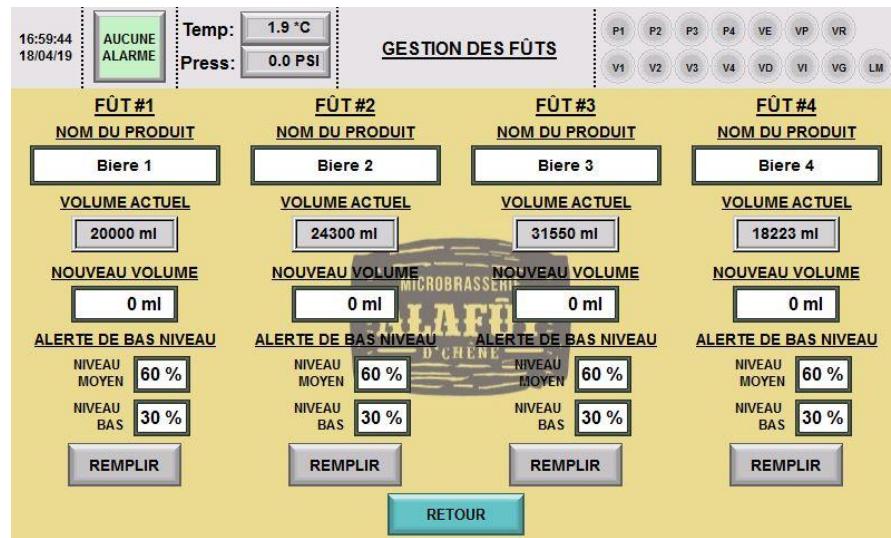


Figure 4: Gestion des fûts

La page du cycle automatique, bien que déjà créée durant la conception détaillée, a été améliorée afin de réduire le risque d'erreur lors de l'entrée des volumes demandés. En effet, l'utilisateur n'a maintenant plus qu'à entrer un ratio ou un volume dans la case de chaque sorte de bière puis à appuyer sur « Valider » pour que l'interface ajuste automatiquement le volume réel que les pompes auront à fournir. Ce calcul sera détaillé dans la section suivante. L'écran affiche aussi les informations pertinentes pour l'utilisateur, soit le volume (théorique) restant dans le fût, le volume qui sera pompé et le ratio du mélange total. La figure suivante illustre cet écran :

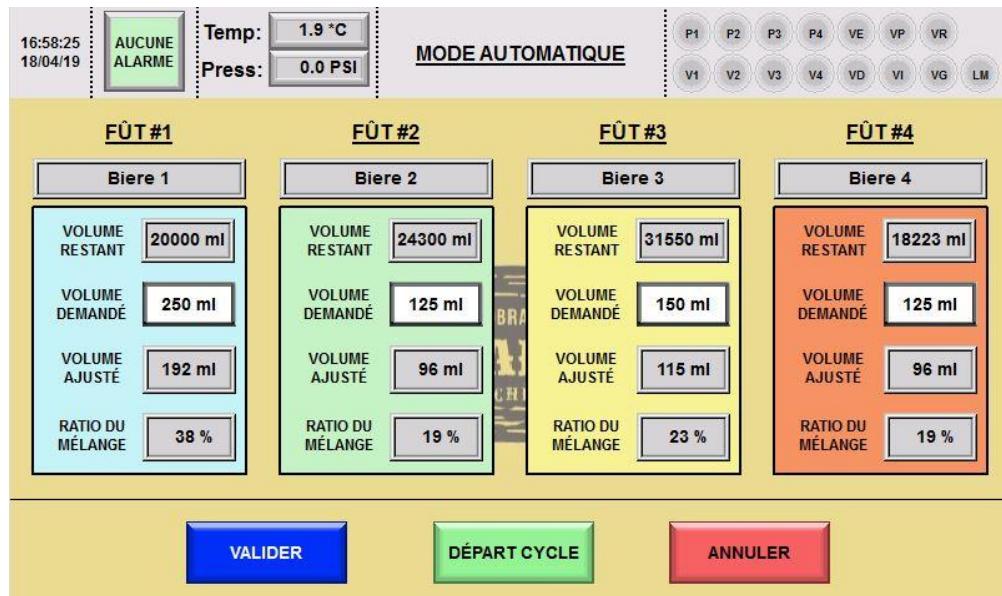


Figure 5: Mode automatique

Lorsque le cycle de production démarre, la page du mode automatique laisse la place à celle de *production en cours*. Cette page permet de renseigner l'utilisateur sur l'étape en cours de réalisation, qui s'illumine en vert. Elle contient aussi un bouton d'annulation du cycle qui permet de cesser immédiatement la production, d'évacuer le mélange en cours et ensuite de recommencer une autre recette ou de quitter le mode. Sur le côté gauche, le mélange en cours de production est affiché (volume et nom de la bière) afin que l'opérateur puisse confirmer que c'est bien le mélange demandé. C'est surtout durant ce mode que la température et la pression au sein du contenant de carbonatation sont pertinents; ces informations sont donc bien affichées dans la banderole fixe. Voici l'écran durant un cycle typique de production :

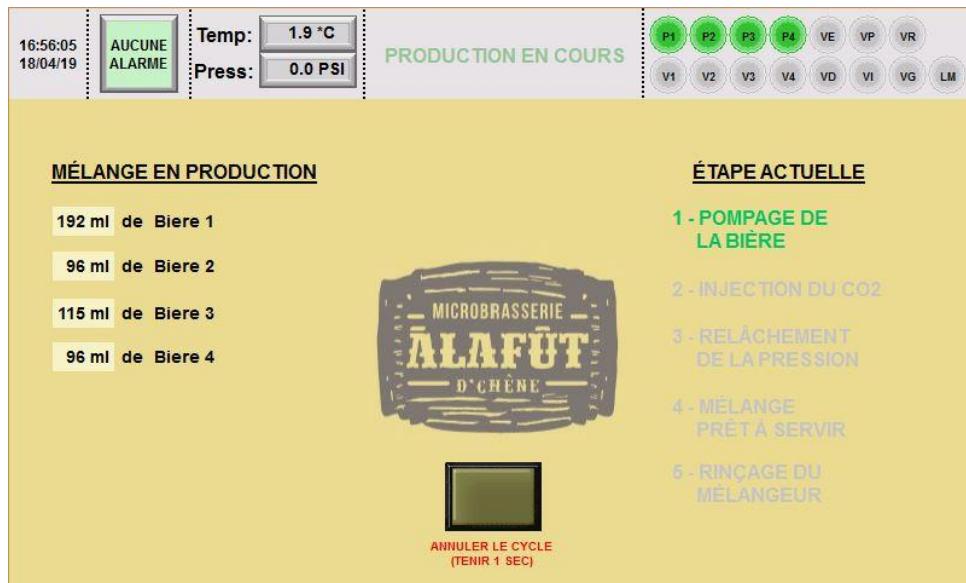


Figure 6: Production en cours

Une page a aussi été ajoutée pour le mode manuel. Cette page, bien que très simple, est particulièrement utile lors du démarrage ou de l'entretien de la machine car elle permet d'actionner chaque sortie individuellement :

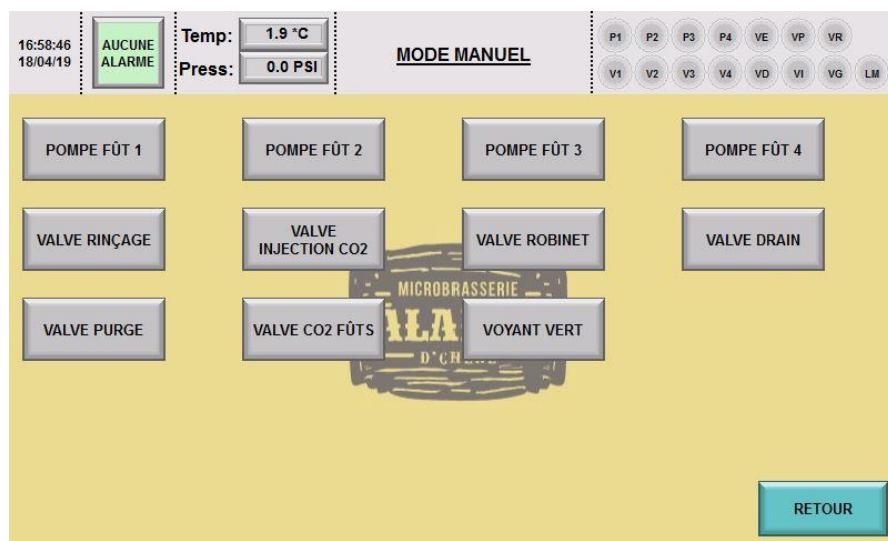


Figure 7: Mode manuel

## Calcul du volume ajusté

Tel que mentionné, le volume réel pompé de chaque fût est calculé par l'interface avant que l'utilisateur démarre le cycle de production. Cette étape est nécessaire puisqu'une quantité assez précise (environ 500ml) de liquide doit être présent dans le contenant pour que la carbonatation fonctionne correctement. Par contre, le système serait assez complexe si l'utilisateur devait calculer lui-même le volume des quatre fûts donnant un total de 500 ml; de plus, l'utilisateur voulant utiliser un ratio plutôt qu'un volume précis serait contraint de convertir manuellement ce ratio en volume.

Afin de simplifier cette étape, une procédure tirant profit des capacités de calculs de base de l'interface a été implantée. L'utilisateur entre d'abord une valeur entre 0 et 500 pour chacun des 4 fûts puis appuie sur le bouton « Valider ». L'interface fait alors la somme des quatre valeurs puis calcule le volume réel de chaque fût en multipliant le ratio *valeur entrée/valeur totale* par le volume requis de liquide ainsi que le pourcentage du mélange résultant. Ces informations sont ensuite affichées pour que l'utilisateur puisse confirmer ses choix. Par exemple, si un utilisateur entrait les valeurs {250, 125, 150, 125} :

$$1- \quad \sum \text{valeurs} = (250 + 125 + 150 + 125) = 650$$

$$2- \quad Vol_{fut1} = \left(\frac{250}{650}\right) * 500 = 192 \text{ ml}, \quad Vol_{fut2} = \dots$$

$$3- \quad \%_{fut1} = \left(\frac{250}{650}\right) * 100, \%_{fut2} = \dots$$

Bien qu'il y ait une légère imprécision causée par les arrondis, cette procédure permet donc d'obtenir un volume total correct à chaque fois et donne plus de flexibilité à l'utilisateur lors de l'entrée des données.

## Réalisation de l'acquisition des données

Outre la connexion électrique, l'implantation des capteurs a surtout consisté en la configuration de la carte d'entrées analogiques et l'élaboration du calcul de conversion permettant d'obtenir les données souhaitées.

### Configuration de la carte

Une fois la carte insérée dans l'automate, il a été nécessaire de configurer les entrées de façon à interpréter correctement les niveaux d'ampérage provenant des capteurs. Les deux entrées ont donc été configurées pour du 4-20mA. De plus, des registres mémoire ont été assignés à chaque entrée afin de stocker la valeur numérique convertie depuis le niveau analogique.

### Calcul de conversion

Puisque la carte d'entrées a une résolution de 12 bits, la valeur convertie sera donc comprise entre 0 (4mA) et 4095 (20mA). Afin d'obtenir une lecture de la température en degré Celsius et de la pression en PSI, il a été nécessaire de faire un calcul de conversion. Les deux capteurs étant déjà dans la plage et l'unité souhaité (0 – 100°C et 0-100 PSI respectivement), le calcul a été plutôt simple :

$$Valeur\ souhaitée = \frac{valeur\ convertie * 1000}{4095}$$

La valeur convertie a été multipliée par 1000 plutôt que par 100 afin d'obtenir un nombre entier (plus facile à utiliser) comportant tout de même une décimale « implicite ». Cette décimale est restituée lors de l'affichage.

## Réalisation des panneaux de contrôle et connexions

La plus grande partie de la phase « réalisation » du projet a consisté à déterminer et à assembler les deux panneaux de contrôle puis à effectuer le filage externe pour les relier aux périphériques. Avant d'en arriver là, il a été nécessaire de mettre à jour le schéma de connexion ; un dessin illustrant le câblage réel a ensuite été produit pour faciliter l'assemblage.

### Schéma de connexion révisé

La figure suivante illustre le schéma de connexion révisé tel qu'utilisé pour l'assemblage du panneau de contrôle :

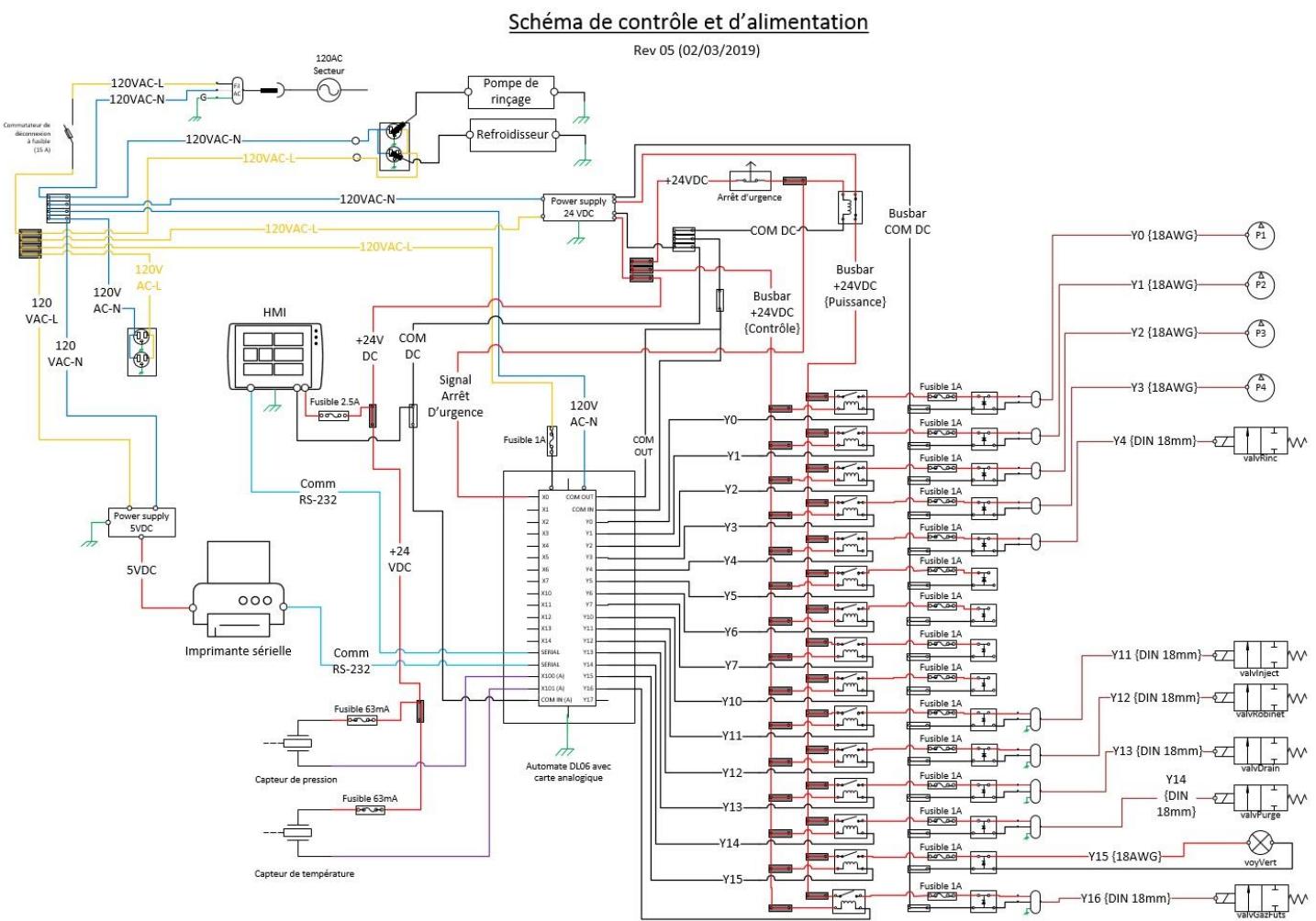


Figure 8: Schéma de connexion révisé

Cette version comporte quelques différences importantes par rapport à la conception détaillée :

1. Les sorties Y5, Y6, Y7 et Y10 ne sont plus utilisées car les valves de ligne de fûts prévues à ces endroits n'ont pas été nécessaires dans le procédé.
2. Une prise de courant externe a été ajoutée afin de pouvoir brancher le refroidisseur et la pompe de rinçage.
3. Une unité d'alimentation 5VDC a été ajouté dans le panneau principal pour alimenter directement l'imprimante.
4. L'alimentation des deux capteurs a été détaillée.

### **Modélisation des panneaux et localisation du filage**

Une fois le schéma complété, les panneaux de contrôle ont été modélisés sur Solidworks afin de bien positionner les composants et déterminer les dimensions des boîtiers électriques. La plupart des composants de connexion ont été sélectionné chez *Automation Direct* parmi la famille de produits *Konnect-It*<sup>1</sup> : les composants précis se retrouvent dans la nomenclature détaillée plus loin.

Afin de faciliter la modification éventuelle du panneau et d'améliorer l'organisation des fils, la structure de base du panneau consiste en trois rails *DIN* 35mm fixées horizontalement et entourées de passages de fils. Les composants ont ensuite été localisés de façon à réduire la longueur des fils et à assurer une certaine logique de connexion. Une fois cette modélisation effectuée, les composants requis ont été commandés.

Les trois figures suivantes illustrent respectivement la modélisation préliminaire du panneau principal, celle du panneau frontal ainsi que le dessin Autocad où la stratégie de connexion des composants internes a été élaborée en prévision de l'assemblage réel :

---

<sup>1</sup> [https://www.automationdirect.com/adc/shopping/catalog/terminal\\_blocks/konnect-it\\_din-rail\\_terminal\\_blocks](https://www.automationdirect.com/adc/shopping/catalog/terminal_blocks/konnect-it_din-rail_terminal_blocks)

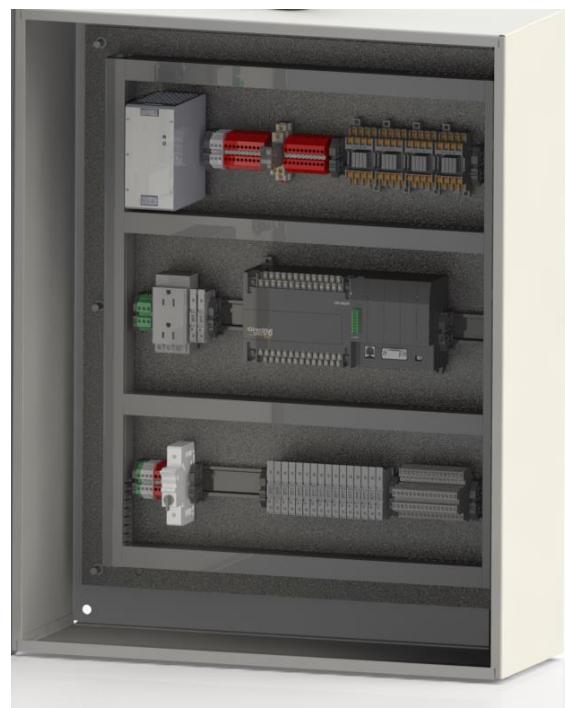


Figure 9: Modélisation préliminaire du panneau principal

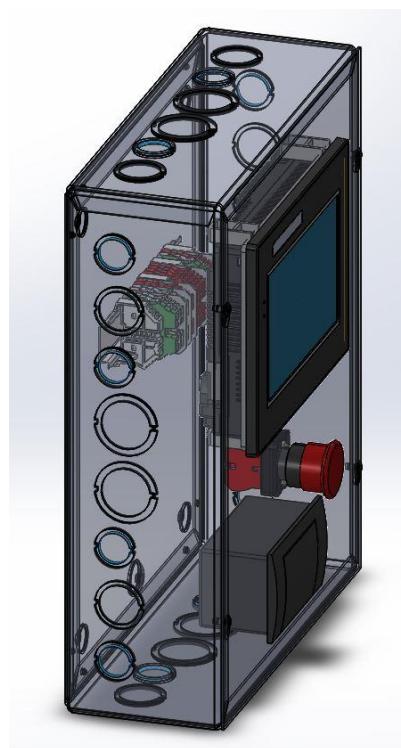


Figure 10: Modélisation préliminaire du panneau frontal

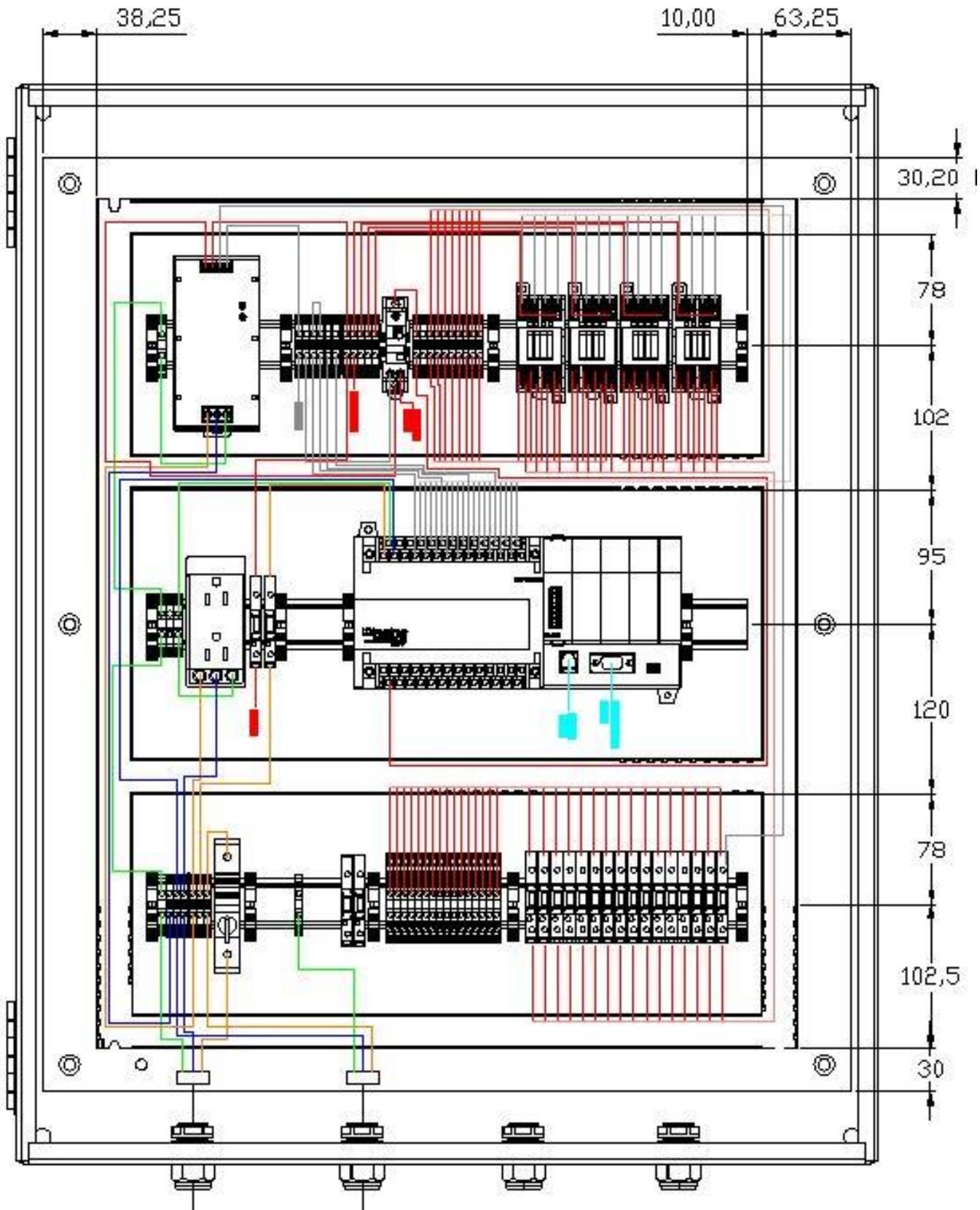


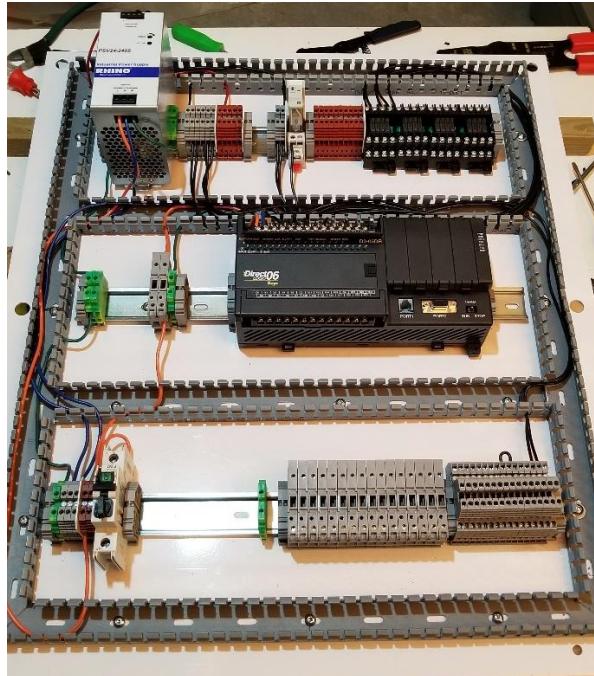
Figure 11: Dessin Autocad de localisation des fils

## Montage physique des panneaux

Une fois les composants reçus, l'étape critique du montage physique a été lancée. Le panneau principal a d'abord été assemblé en suivant les étapes illustrées par les figures suivantes :



*Figure 12: Installation des rails et des passages de fils*



*Figure 13: Installation des composants sur les rails*

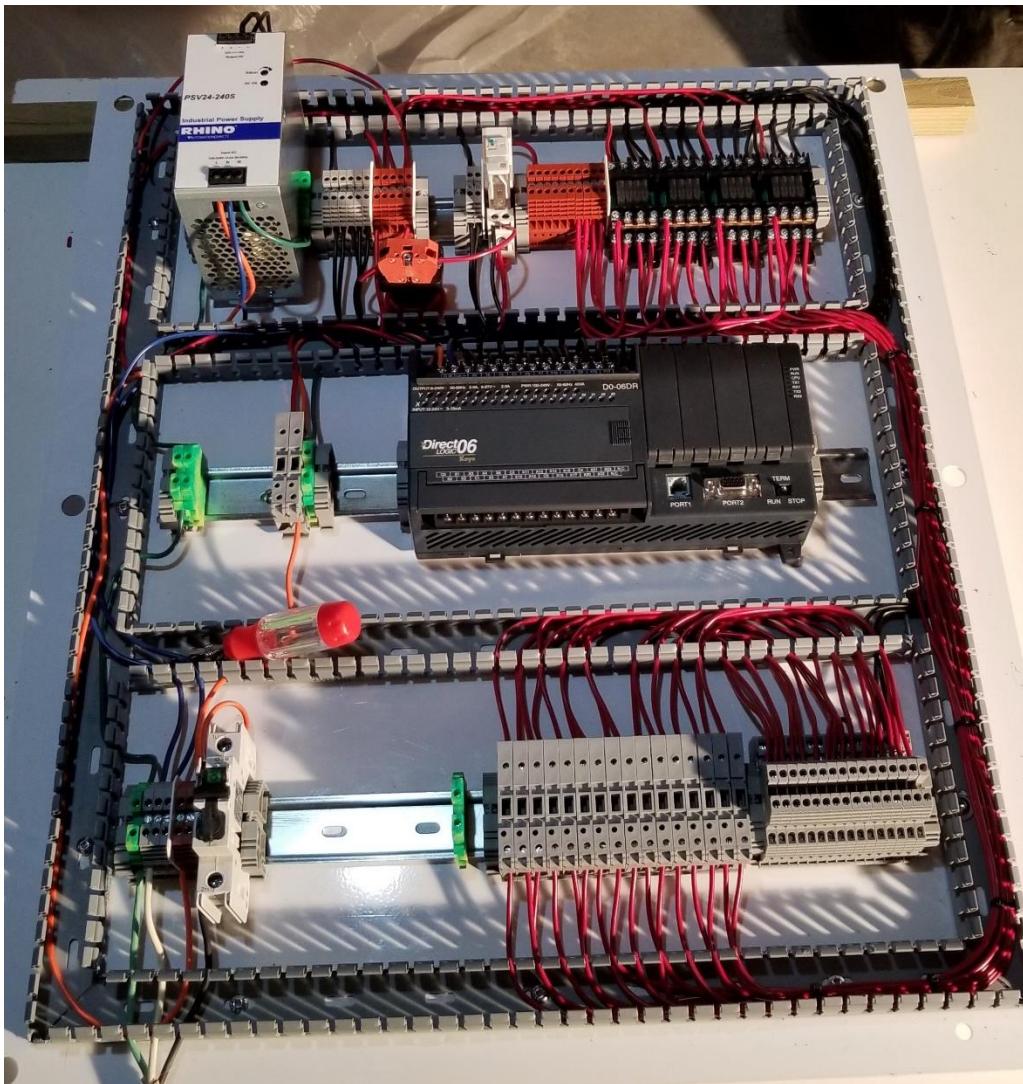


Figure 14: Câblage des composants

Le panneau frontal, beaucoup plus simple, a été monté *in situ* sur la machine. Il a été nécessaire de découper la face du boîtier frontal afin d'installer l'écran HMI, le bouton d'arrêt d'urgence ainsi que l'imprimante. Les figures suivantes illustrent le dessin de découpe du panneau, l'assemblage interne ainsi que le résultat une fois terminé :

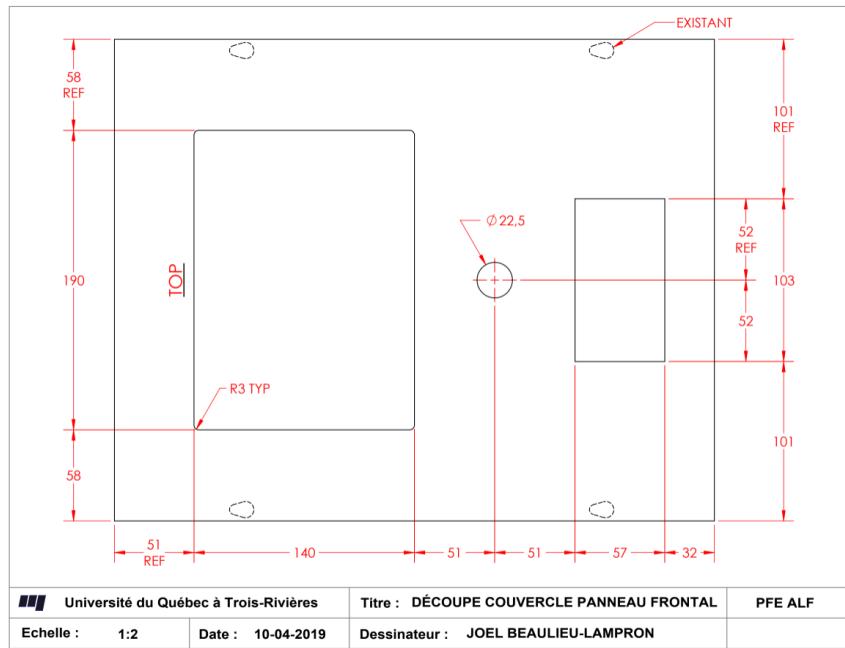


Figure 15: Plan de découpe du panneau frontal

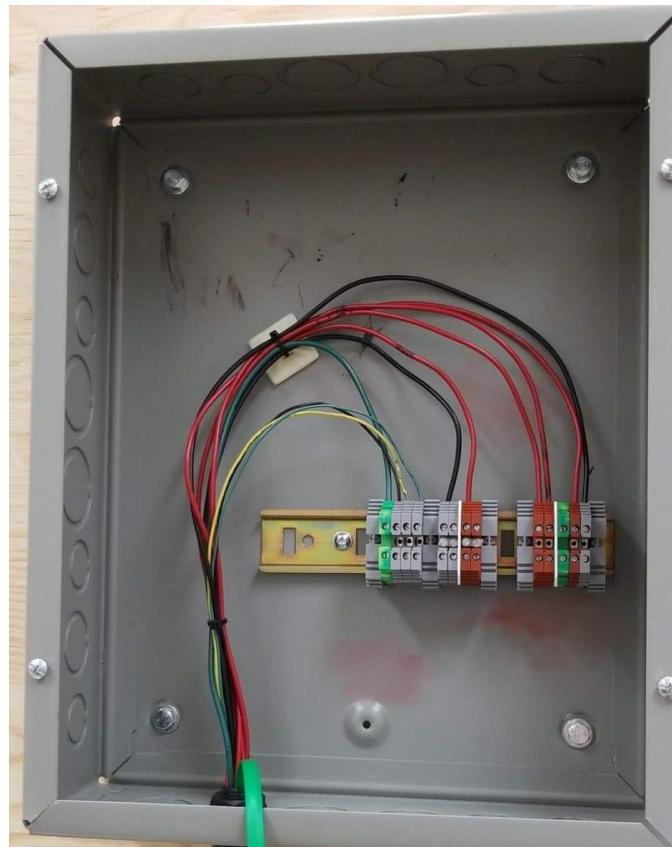


Figure 16: Assemblage interne du panneau frontal



Figure 17: Panneau frontal assemblé et fonctionnel

### Filage externe

Suivant le montage et l'installation des boîtiers sur le châssis de la machine, l'étape de filage externe a été lancée afin de relier les périphériques au boîtier principal. Les câbles traversent la paroi du boîtier à travers des presse-étoupes et sont protégés par un conduit flexible.

Tout d'abord, l'entrée électrique de la machine a été connectée. Il s'agit simplement d'une fiche mâle 120V/15A au bout d'une rallonge de 3m :



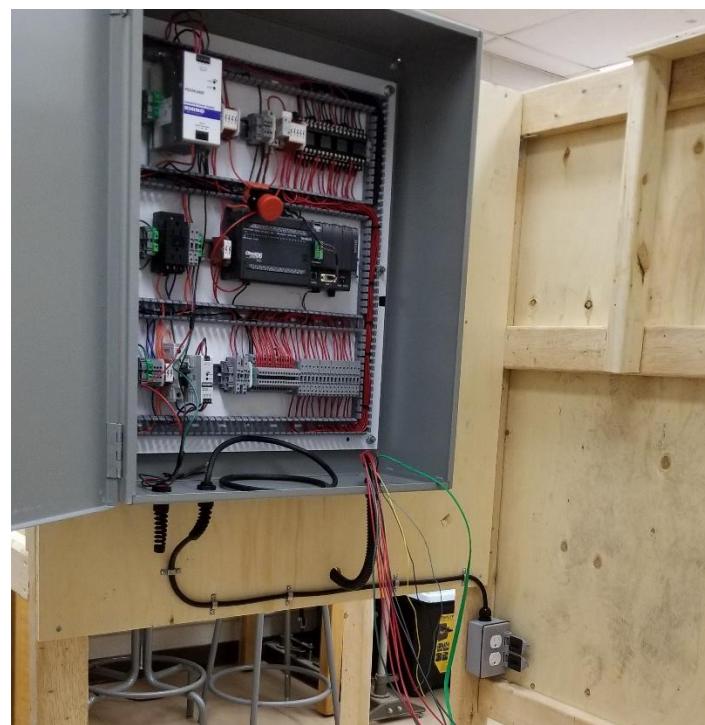
Figure 18: Fiche d'entrée électrique

La prise de courant externe a ensuite été montée et reliée au panneau principal. Cette double prise est positionnée près du refroidisseur et de la pompe de rinçage :



*Figure 19: Prise de courant externe*

Afin que les périphériques situés sur le panneau frontal puissent communiquer avec l'automate, les deux boitiers ont ensuite été reliés :

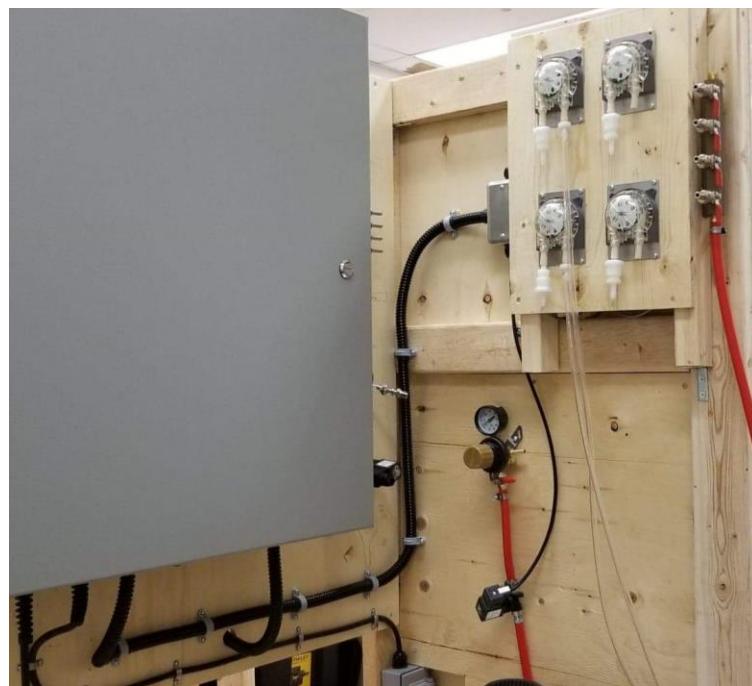


*Figure 20: Panneau principal installé et câblage du panneau frontal*

Une fois les organes du procédé (valves et pompes) installés, ces derniers ont été reliés au panneau principal au travers d'une conduite flexible se terminant par une boîte de jonction de laquelle part les câbles individuels de chaque périphérique :



*Figure 21: Boîte de jonction des périphériques d'entrée*



*Figure 22: Boîte de jonction reliée au boîtier principal*

## Nomenclature des composants utilisés

Le tableau suivant contient l'ensemble des composants utilisés lors de la réalisation de la partie

Contrôle du procédé :

Item #	Description	Marque	Modèle
1	Automate programmable	Koyo	<a href="#">D0-06DR</a>
2	Écran HMI 7po	C-More	<a href="#">EA9-T7CL-R</a>
3	Power supply 24VDC 240W	RHINO	<a href="#">PSV24-240S</a>
4	Carte d'entrées analogues	Koyo	<a href="#">F0-04AD-1</a>
5	Imprimante sérielle	Sparkfun	<a href="#">COM-10438</a>
6	Capteur de température	ProSense	<a href="#">XTP25N-030-0100C</a>
7	Capteur de pression	ProSense	<a href="#">SPT25-20-0100A</a>
8	Câble de programmation-PLC	Automation Direct	<a href="#">EA-MG-PGM-CBL</a>
9	Bouton arrêt d'urgence	Automation Direct	<a href="#">GCX3131</a>
10	Ice cube control relay 24VDC-15A	Automation Direct	<a href="#">781-1C-24D</a>
11	Control relay socket	Automation Direct	<a href="#">781-1C-SKT</a>
12	Relais 24VDC, 5A (4x)	Automation Direct	<a href="#">RS4N-DE</a>
13	Prise 120AC pour DIN rail (2x)	McMaster-Carr	<a href="#">1671K13</a>
14	Power supply 5VDC 2A	Spikenzie Labs	-
15	Voyant vert 57mm	WERMA	<a href="#">20020000</a>
16	Ampoule voyant 57mm	WERMA	<a href="#">95584035</a>
17	Bloc de jonction avec diode (20x)	Konnect-It	<a href="#">KN-D12DR1</a>
18	Bloc de jonction avec fusible (10x)	Konnect-It	<a href="#">KN-F10-10</a>
19	Commut de déconnexion avec fusible	Gladiator	<a href="#">CFS-1PM30</a>
20	Bloc de jonction, rouge (25x)	Konnect-It	<a href="#">KN-T12RED-25</a>
21	Bloc de jonction, gris (25x)	Konnect-It	<a href="#">KN-T12GRY-25</a>
22	Bloc de jonction MALT (10x)	Konnect-It	<a href="#">KN-G12SP-10</a>
23	Câble de comm HMI-PLC	Automation Direct	<a href="#">EA-2CBL</a>
24	Câble de valve 18mm DIN	Automation Direct	<a href="#">SC18-LS24-3</a>
25	Câble de capteur température	Automation Direct	<a href="#">CD12L-0B-020-C0</a>
26	Jumper 10 pôles (5x)	Konnect-It	<a href="#">KN-10J12</a>

27	Jumper 3 pôles (20x)	Konnect-It	<a href="#">KN-3J12</a>
28	Câble de programmation-HMI	Automation Direct	<a href="#">USB-CBL-AB3</a>
29	Convertisseur RS232-TTL	Sparkfun	<a href="#">PRT-00449</a>
30	Bloc de fin de rail (10x)	Konnect-It	<a href="#">KN-EB4-10</a>
31	Séparateur de bloc (10x)	Konnect-It	<a href="#">KN-ST1WHT</a>
32	Boitier électrique	Hubbell-Wiegmann	<a href="#">N1C243008LP</a>
33	Subpanel de boitier	Hubbell-Wiegmann	<a href="#">N1P2430</a>
34	Conduit pour filage (1"x1"x1')	Lumen	THOTYD1X1NPG6
35	Rail DIN 35mm x 3'	Lumen	ALL199DR1
36	Câble d'alimentation principal	Rona	SJ00W 14/3
37	Filage interne (couleurs diverses)	Accès Électronique	16AWG et 18AWG
38	Stress relief cable gland (5x)	Bimed	<a href="#">BNSPBX-22-W</a>
39	Couvercle de conduit de filage	Lumen	THOTYD1CPG6
40	Fiche mâle 120V-15A	Rona	JN-WD4867
41	Boitier étanche 2 prises femelles	Rona	-
42	Câble de comm (HD15M-D15M)	Automation Direct	<a href="#">EA-2CBL-1</a>
43	Power supply 5VDC 3A	RHINO	<a href="#">PSV5-15S</a>
44	Adaptateur HD15M	ZIPLink	<a href="#">ZL-CMA15</a>
45	Fuse Midget, fast, 250VAC-15A	Edison	<a href="#">MOL15</a>
46	Fuse S506, delay, 250V-2,5A (5x)	Edison	<a href="#">S5062-5-R</a>
47	Fuse GMC, delay, 250V-1A (5x)	Edison	<a href="#">GMC1</a>
48	Couvercle de bloc de jonction (25x)	Konnect-It	<a href="#">KN-TC-1S</a>
49	Tube électrique flexible, 1/2", 98'	Iboco	<a href="#">GSI-16K</a>
50	Connecteur pour tube, 1/2" (20x)	Iboco	<a href="#">RPS-16K</a>
51	Bloc contact pour arrêt urgence (2x)	Automation Direct	<a href="#">ECX1030-2</a>
52	Boitier électrique frontal	Hubbell-Wiegmann	<a href="#">SC121504</a>
53	Cable gland 3/8" noir (5x)	Bimed	<a href="#">BSPAX-21-W</a>
54	Cable gland 1/2" noir (5x)	Bimed	<a href="#">BSPBX-22-W</a>

## Fusibles et pièces de rechange

Une liste des fusibles et des autres pièces de rechange a été créée afin de faciliter l'entretien de la machine par le client :

Composant	Fusible associé	# item	Qté utilisée
Automate	GMC, delay, 250V, 1A	47	1
Écran HMI	S506, delay, 250V, 2,5A	46	1
Commutateur de déconnexion	Midget, fast, 250VAC 15A	45	1
Sorties automate	GMC, delay, 250V, 1A	47	16

Item #	Description	Marque	Modèle	Qté
S10	Ice cube control relay 24VDC-15A	Automation Direct	<a href="#">781-1C-24D</a>	1
S12	Relais 24VDC, 5A (10x)	Automation Direct	<a href="#">RB105-DE</a>	1
S16	Ampoule voyant 57mm	WERMA	<a href="#">95584035</a>	1

## Coût des composants :

L'aspect financier est bien entendu très important lors de la réalisation d'un projet. Une liste regroupant le coût total de chaque item a donc été maintenue à jour tout le long du projet :

Item #	Modèle	Fournisseur	Prix unit. (USD)	Prix unit. (CAD)	Qté	Coût total (CAD)
1	<a href="#">D0-06DR</a>	Automation Direct	276	364,32	1	364,32
2	<a href="#">EA9-T7CL-R</a>	Automation Direct	472	623,04	1	623,04
3	<a href="#">PSV24-240S</a>	Automation Direct	76	100,32	1	100,32
4	<a href="#">F0-04AD-1</a>	Automation Direct	84	110,88	1	110,88
5	<a href="#">COM-10438</a>	Spikenzie Labs	-	69,93	1	69,93
6	<a href="#">XTP25N-030-0100C</a>	Automation Direct	122	161,04	1	161,04
7	<a href="#">SPT25-20-0100A</a>	Automation Direct	119	157,08	1	157,08 \$
8	<a href="#">EA-MG-PGM-CBL</a>	Automation Direct	43,5	57,42	1	57,42 \$
9	<a href="#">GCX3131</a>	Automation Direct	9,5	12,54	1	12,54 \$

10	<a href="#"><u>781-1C-24D</u></a>	Automation Direct	4,5	5,94	1	5,94 \$
11	<a href="#"><u>781-1C-SKT</u></a>	Automation Direct	4	5,28	1	5,28 \$
12	<a href="#"><u>RS4N-DE</u></a>	Automation Direct	32	42,24	4	168,96 \$
13	<a href="#"><u>1671K13</u></a>	McMaster-Carr	25,9	34,188	1	34,19 \$
14	-	Spikenzie Labs	-	10,71	1	10,71 \$
15	<a href="#"><u>20020000</u></a>	Automation Direct	15,5	20,46	1	20,46 \$
16	<a href="#"><u>95584035</u></a>	Automation Direct	7,5	9,9	1	9,90 \$
17	<a href="#"><u>KN-D12DR1</u></a>	Automation Direct	37,5	49,5	1	49,50 \$
18	<a href="#"><u>KN-F10-10</u></a>	Automation Direct	19,5	25,74	2	51,48 \$
19	<a href="#"><u>CFS-1PM30</u></a>	Automation Direct	22	29,04	1	29,04 \$
20	<a href="#"><u>KN-T12RED-25</u></a>	Automation Direct	6,25	8,25	1	8,25 \$
21	<a href="#"><u>KN-T12GRY-25</u></a>	Automation Direct	6,25	8,25	1	8,25 \$
22	<a href="#"><u>KN-G12SP-10</u></a>	Automation Direct	15,5	20,46	1	20,46 \$
23	<a href="#"><u>EA-2CBL</u></a>	Automation Direct	20,50 \$	27,06 \$	1	27,06 \$
24	<a href="#"><u>SC18-LS24-3</u></a>	Automation Direct	11,50 \$	15,18 \$	6	91,08 \$
25	<a href="#"><u>CD12L-0B-020-C0</u></a>	Automation Direct	8,25 \$	10,89 \$	1	10,89 \$
26	<a href="#"><u>KN-10J12</u></a>	Automation Direct	7,75 \$	10,23 \$	1	10,23 \$
27	<a href="#"><u>KN-3J12</u></a>	Automation Direct	9,75 \$	12,87 \$	1	12,87 \$
28	<a href="#"><u>USB-CBL-AB3</u></a>	Automation Direct	7,75 \$	10,23 \$	1	10,23 \$
29	<a href="#"><u>PRT-00449</u></a>	Spikenzie Labs	-	14,00 \$	1	14,00 \$
30	<a href="#"><u>KN-EB4-10</u></a>	Automation Direct	3,00 \$	3,96 \$	2	7,92 \$
31	<a href="#"><u>KN-ST1WHT</u></a>	Automation Direct	3,00 \$	3,96 \$	1	3,96 \$
32	<a href="#"><u>N1C243008LP</u></a>	Automation Direct	212,00 \$	279,84 \$	1	279,84 \$
33	<a href="#"><u>N1P2430</u></a>	Automation Direct	59,00 \$	77,88 \$	1	77,88 \$
34	THOTYD1X1NPG6	Lumen		2,17 \$	12	26,05 \$
35	ALL199DR1	Lumen		16,40 \$	2	32,80 \$
36	SJ00W 14/3	Rona		10,02 \$	1	10,02 \$
37	16AWG et 18AWG	Accès Électronique		63,96 \$	1	63,96 \$
38	<a href="#"><u>BNSPBX-22-W</u></a>	Automation Direct	6,25 \$	8,25 \$	1	8,25 \$
39	THOTYD1CPG6	Lumen		0,83 \$	12	9,96 \$
40	JN-WD4867	Rona		3,09 \$	1	3,09 \$

41	-	Rona	10,69 \$	1	10,69 \$	
42	<a href="#"><u>EA-2CBL-1</u></a>	Automation Direct	20,50 \$	27,06 \$	1	27,06 \$
43	<a href="#"><u>PSV5-15S</u></a>	Automation Direct	32,00 \$	42,24 \$	1	42,24 \$
44	<a href="#"><u>ZL-CMA15</u></a>	Automation Direct	11,50 \$	15,18 \$	1	15,18 \$
45	<a href="#"><u>MOL15</u></a>	Automation Direct	14,00 \$	18,48 \$	1	18,48 \$
46	<a href="#"><u>S5062-5-R</u></a>	Automation Direct	9,00 \$	11,88 \$	1	11,88 \$
47	<a href="#"><u>GMC1</u></a>	Automation Direct	6,00 \$	7,92 \$	4	31,68 \$
48	<a href="#"><u>KN-TC-1S</u></a>	Automation Direct	8,75 \$	11,55 \$	1	11,55 \$
49	<a href="#"><u>GSI-16K</u></a>	Automation Direct	39,50 \$	52,14 \$	1	52,14 \$
50	<a href="#"><u>RPS-16K</u></a>	Automation Direct	25,00 \$	33,00 \$	1	33,00 \$
51	<a href="#"><u>ECX1030-2</u></a>	Automation Direct	6,50 \$	8,58 \$	1	8,58 \$
52	<a href="#"><u>SC121504</u></a>	Automation Direct	31,00 \$	40,92 \$	1	40,92 \$
53	<a href="#"><u>BSPAX-21-W</u></a>	Automation Direct	3,50 \$	4,62 \$	2	9,24 \$
54	<a href="#"><u>BSPBX-22-W</u></a>	Automation Direct	4,50 \$	5,94 \$	2	11,88 \$

Le coût total de la partie Contrôle de procédé, incluant les taxes mais excluant les frais de livraison, s'élève donc à environ **3600\$ CAD**.

## Essais et résultats

Outre le fonctionnement général du système et du programme, peu d'essais spécifiques étaient nécessaires. Quelques aspects importants ont toutefois été documentés :

### Sécurité et arrêt d'urgence

Essai : Actionnement de l'arrêt d'urgence lors de divers cycles

Résultat :

- Toutes les sorties sont immédiatement interrompues
- L'écran d'arrêt d'urgence est affiché sur le HMI
- Le programme de l'automate est réinitialisé

Verdict : L'arrêt d'urgence fonctionne comme prévu.

### Sorties de l'automate

Essai : Activation des sorties (automatiquement et manuellement)

Résultat :

- Les sorties sont activées au bon moment en mode automatique
- Les boutons d'actionnement manuel sur le HMI activent les bonnes sorties
- Les composants électriques suffisent amplement à alimenter les sorties.

Verdict : Les sorties réagissent tel que prévu.

### Calcul du volume

Essai : Obtention d'un volume précis à l'aide du calcul de l'automate

Résultat :

- Le calcul permet d'obtenir les bons temps d'activation

- L'automate actionne chaque pompe précisément selon la valeur calculée

Verdict : La procédure de dosage fonctionne précisément.

## Comparaison avec les objectifs initiaux

Bien que le projet ait évolué du côté du client depuis le cahier des charges, il est possible de comparer les besoins et restrictions initiaux avec ce qui a été réalisé.

### **Besoin : Contrôler le procédé grâce à une interface simple**

L'interface a été réalisée en gardant en tête que l'utilisateur ne sera pas nécessairement qualifié. Ainsi, les fonctions sont intuitivement accessibles et des mécanismes empêchent les actions dangereuses ou imprévues résultant d'une erreur de l'utilisateur.

### **Besoin : Contrôler avec une plus grande précision le mélange**

Grâce à l'automate, les paramètres du mélange (volume, température, pression) sont constants d'une production à l'autre, ce qui réduit la variation entre les échantillons. De plus, ces paramètres sont facilement ajustables et les capteurs permettent d'afficher et d'enregistrer les paramètres de production.

### **Restriction : Alimentation électrique à 120 VAC, 15A maximum**

L'équipement fonctionne en étant branché sur une prise régulière de 120 VAC. De plus, la puissance électrique requise est de loin sous la limite autorisée.

## Améliorations futures

Certaines améliorations seraient intéressantes dans le but de rendre la machine plus polyvalente ou facile à utiliser. Voici les principales :

### Accès à distance

L'écran HMI peut être contrôlé à distance s'il est relié à Internet au travers d'un routeur. Cette fonction n'était pas nécessaire dans le cadre du prototype mais pourrait être intéressante dans un produit fini.

### Impression d'autocollants

Afin de faciliter la tâche de l'utilisateur, une imprimante sérieuse industrielle pourrait remplacer l'imprimante actuelle. Cette nouvelle imprimante serait en mesure de produire directement des autocollants contenant les informations de production, autocollants qui pourraient être directement apposés sur les contenants des mélanges produits.

## Coût total de conception

PARTIE	(\\$)
SYSTEME D'ENTREE	3 015,37 \$
SYSTEME DE SORTIE	2 403,58 \$
SYSTEME DE CONTROLE	3 600,00 \$
BATI ET QUINCAILLERIE	179,10 \$
<b>TOTAL</b>	<b>9 198,05 \$</b>

Le prototype au complet aura couté un total de 9198,05\$.

Si on considère que le procédé prend 15minutes de moins à faire par volume de 500mL, alors il y aura une économie de temps.

On suppose qu'il y a un employé à 12\$ de l'heure actuellement pour faire ce travail;

$$\frac{12\$}{h} * \frac{1h}{60 min} * 15 = 3\$ \text{ par volume de } 500mL$$

Si on suppose que l'employé fait cette tâche 3h par jour :

$$\frac{3h * \frac{60min}{1h}}{20 min/cannette} = 9 \text{ cannettes/jour}$$

Avec la machine :

$$\frac{3h * \frac{60min}{1h}}{5 min/cannette} = 36 \text{ cannettes/jour}$$

S'il y a 250 jours de travail dans une année :

Production actuelle sans machine :

$$9 * 250 = 2250 \text{ cannette/an}$$

Production avec machine :

$$36 * 250 = 9000 \text{ cannettes/an}$$

Nombre de cannette à produire pour rembourser l'investissement dans la machine :

$$\frac{9198.05S}{3\$/cannette} = 3066 \text{ cannettes}$$

S'il a une production de 9000 cannettes par an, alors la machine serait remboursée en environ 4 mois :

$$\frac{9000 \text{ cannettes}}{12 \text{ mois}} = 750 \text{ cannettes/mois}$$

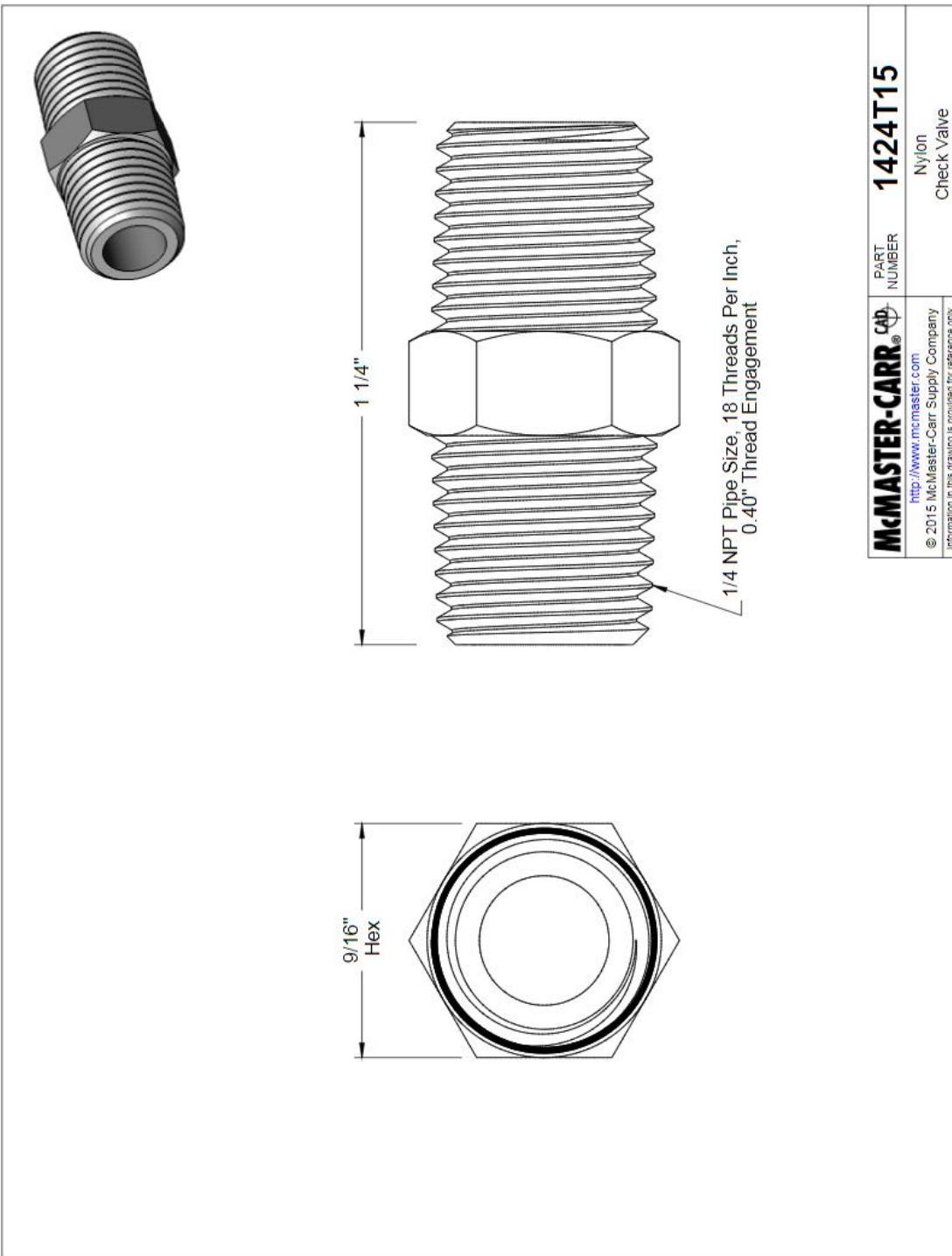
$$\frac{3066 \text{ cannettes}}{750 \text{ cannettes/mois}} = 4 \text{ mois}$$

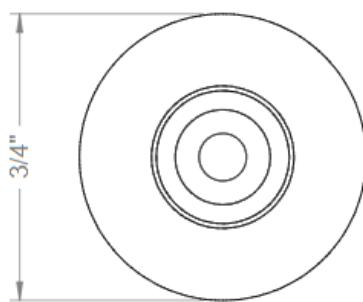
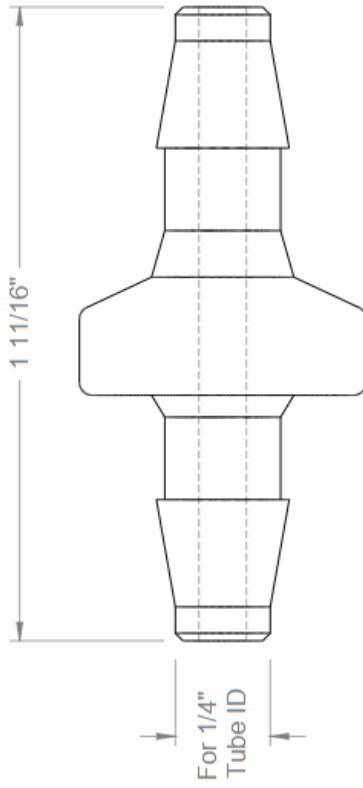
## Conclusion

---

La grande majorité des systèmes fonctionnent et ont été testés. Cependant, le fait que le contenant nous ait été livré seulement que le 18 avril, cela a rendu difficile la réalisation des systèmes de sortie. Il a fallu construire un contenant d'appoint à la dernière minute pour vérifier le fonctionnement de certains équipements et les tests pour l'injection de CO<sub>2</sub> ayant dû être retardé, nous avons donc du travail à faire avant la livraison au client. Le robinet n'est pas encore encastré dans le panneau et il faut vérifier quelle pression nous devrions garder dans le contenant pour que la bière coule bien dans le verre de service. Il reste aussi à tester les différentes buses afin de trouver laquelle offre le meilleur résultat pour la carbonatation. Il faudrait aussi tester si la pompe d'eau de rinçage offre une pression suffisante pour activer le rince-verre en même temps que s'effectue le rinçage du contenant. Notre client nous avait aussi fait part qu'il aimerait placer une plaque d'acier inoxydable sur le plywood servant de table de travail devant la machine. Il faudrait prendre les mesures et commander cette feuille et la fixer au comptoir.

## Annexe





**McMASTER-CARR** CAD **2987K47**

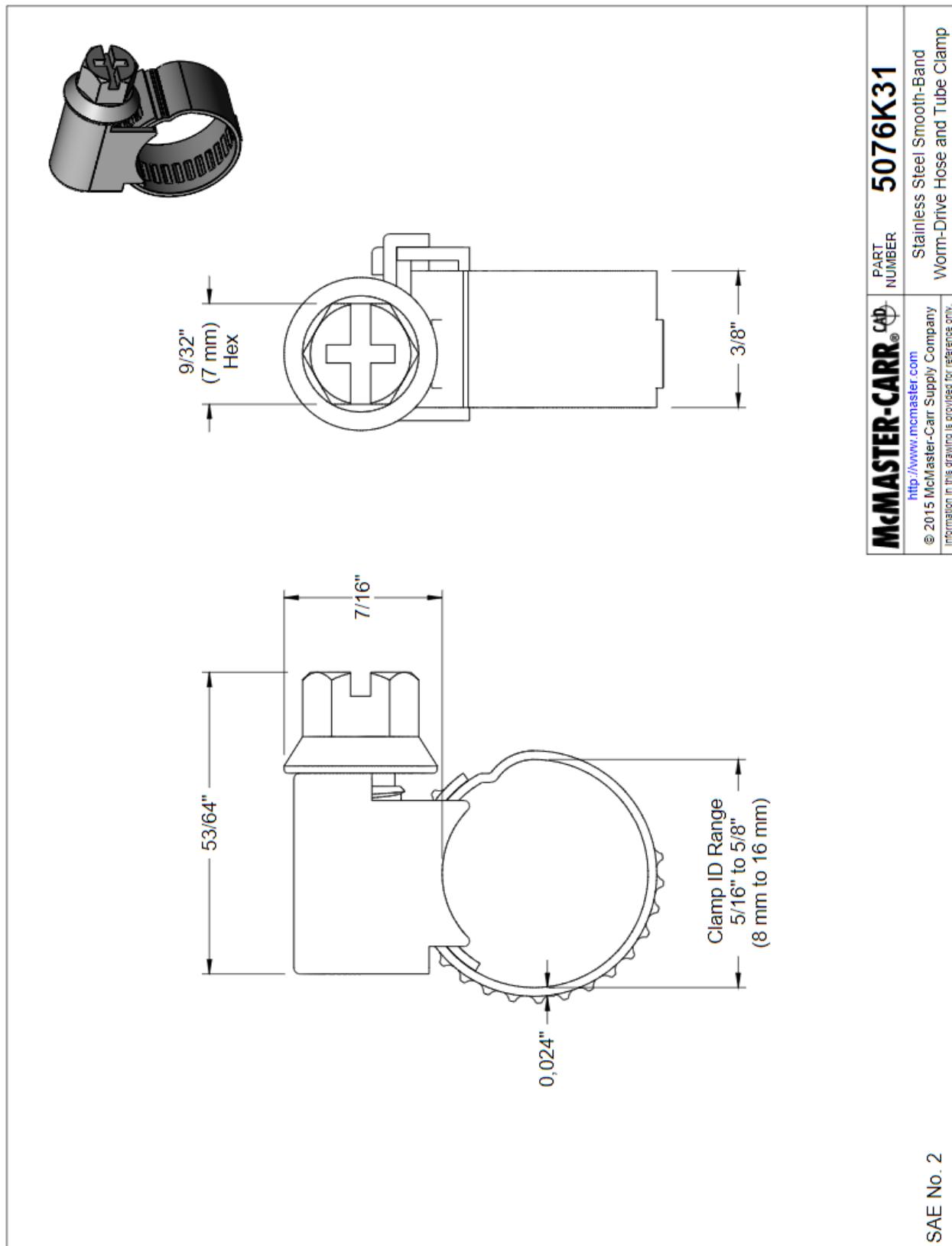
PART  
NUMBER

Plastic Check Valve  
with Barbed Tube Fittings

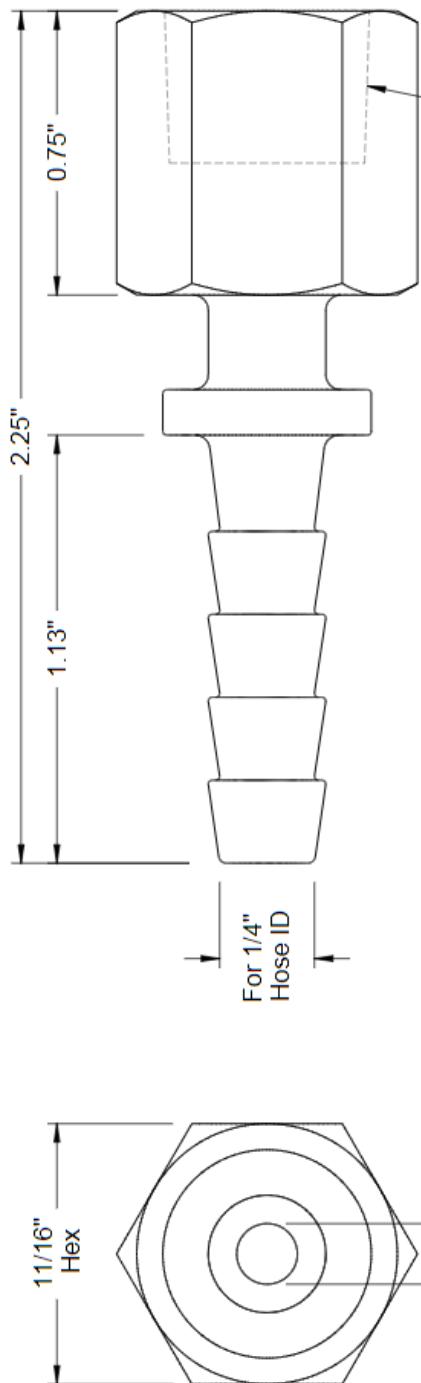
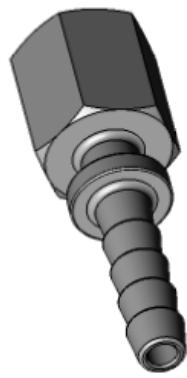
<http://www.mcmaster.com>

© 2015 McMaster-Carr Supply Company

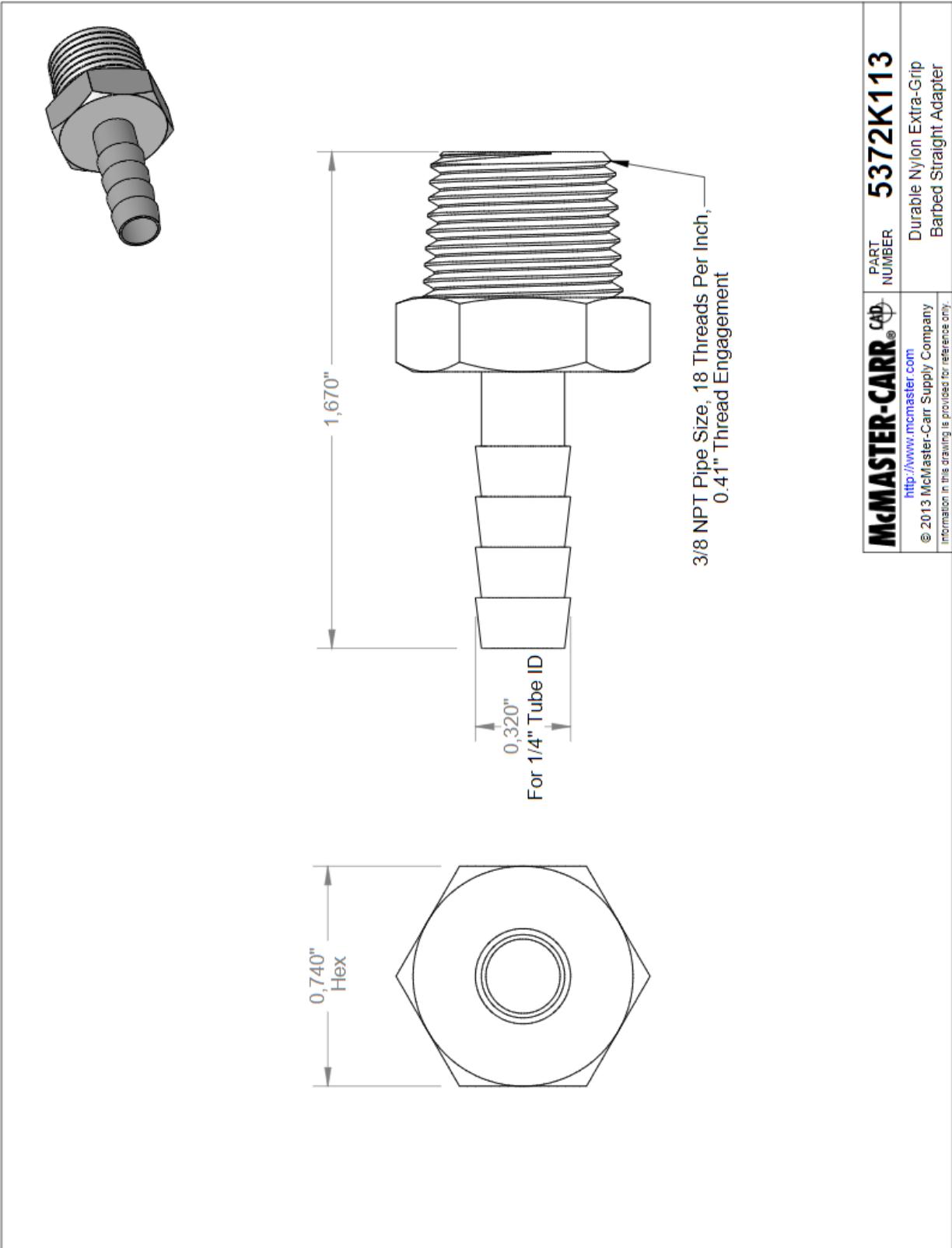
Information in this drawing is provided for reference only.

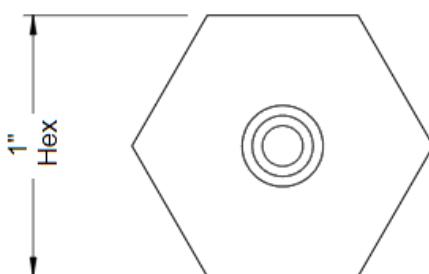
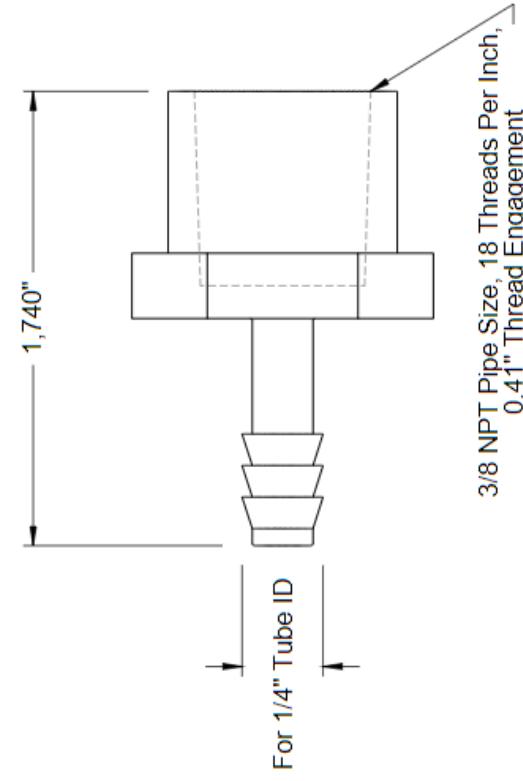
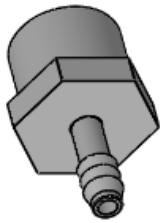


SAE No. 2



McMASTER-CARR® CAD	PART NUMBER
<a href="http://www.mcmaster.com">http://www.mcmaster.com</a> © 2015 McMaster-Carr Supply Company Information in this drawing is provided for reference only.	5361K52 Barbed Hose Female Pipe Adapter

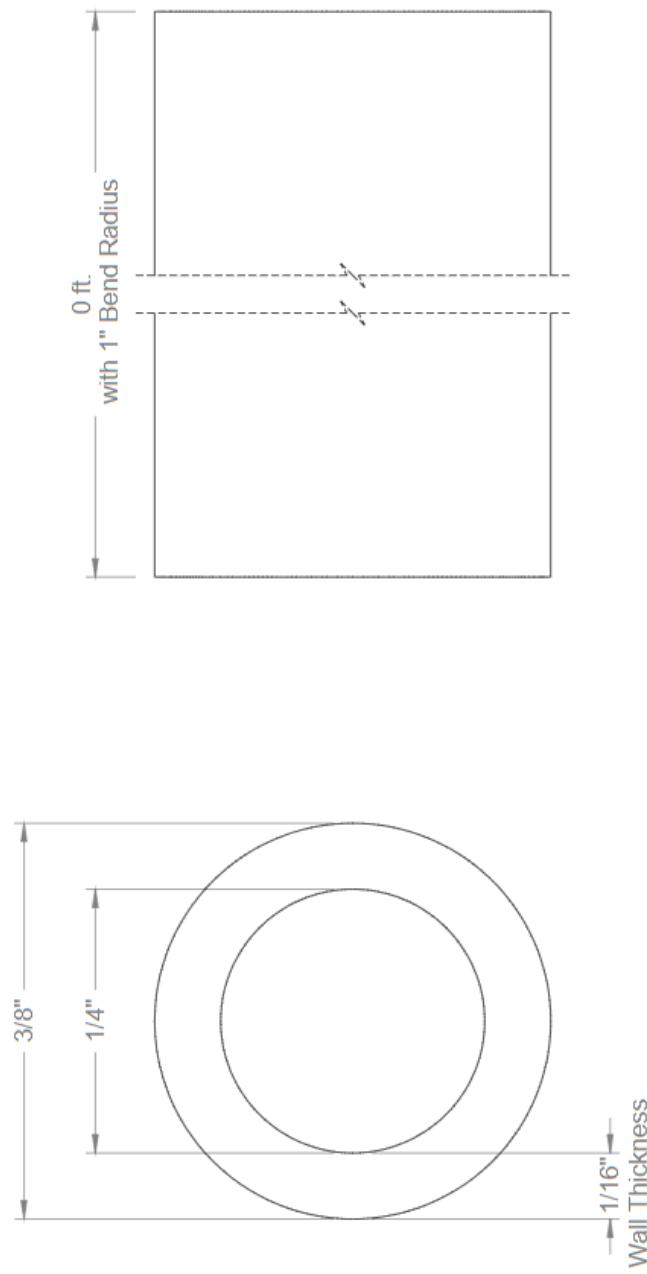




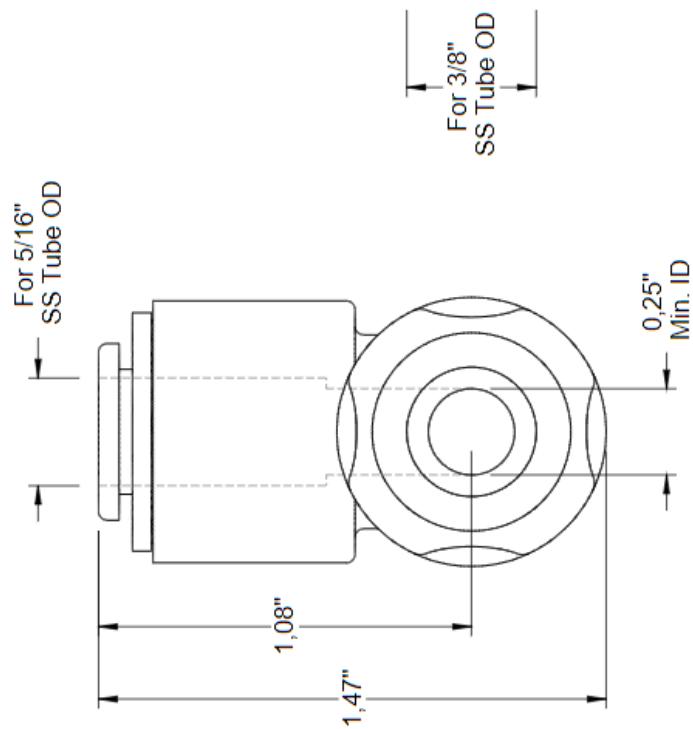
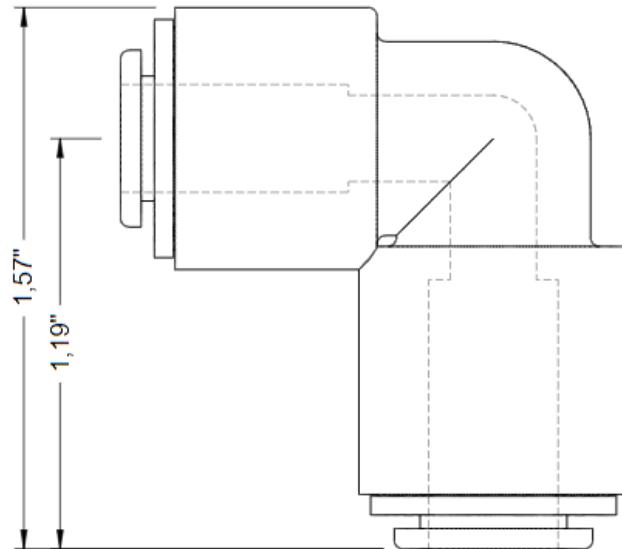
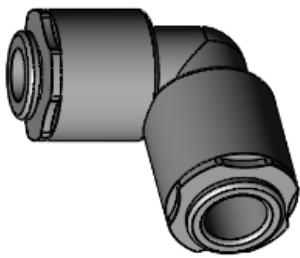
**McMASTER-CARR®** PART NUMBER **5372K173**

<http://www.mcmaster.com>

© 2013 McMaster-Carr Supply Company  
Information in this drawing is provided for reference only.



<b>McMASTER-CARR®</b>	<b>PART NUMBER</b>
<a href="http://www.mcmaster.com">http://www.mcmaster.com</a>	Tygon PVC Tubing
© 2017 McMaster-Carr Supply Company	for Food, Beverage, and Dairy
Information in this drawing is provided for reference only.	



**9406T28**

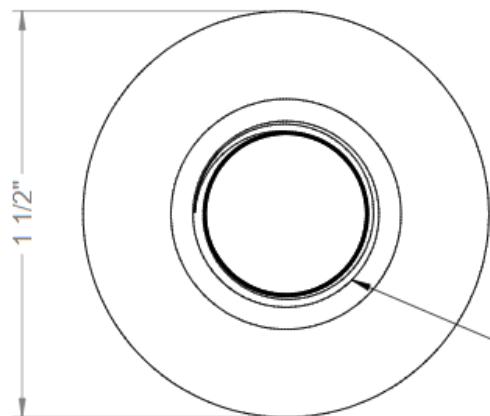
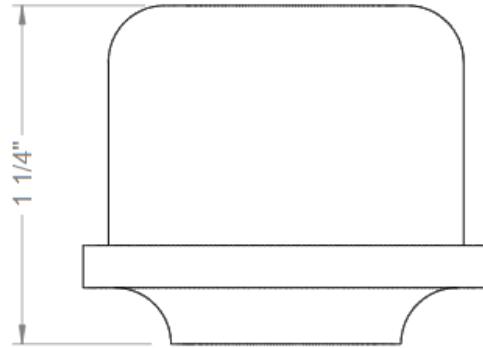
**McMASTER-CARR® CAD**

PART  
NUMBER

Push-to-Connect 90° Elbow Connector  
for Stainless Steel Tubing

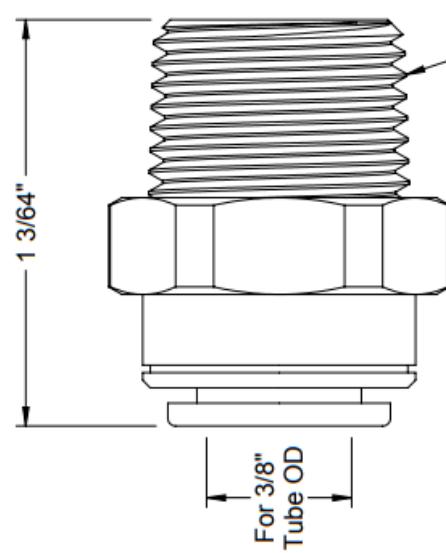
<http://www.mcmaster.com>

© 2014 McMaster-Carr Supply Company  
Information in this drawing is provided for reference only.

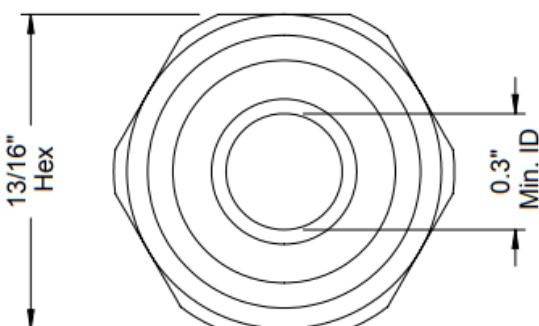


3/8 NPT Pipe Size, 18 Threads Per Inch,  
0.41" Thread Engagement

<b>McMASTER-CARR® CAD</b>	PART NUMBER
<a href="http://www.mcmaster.com">http://www.mcmaster.com</a>	98755K22
© 2017 McMaster-Carr Supply Company	Miniature PVC
Information in this drawing is provided for reference only.	Suction Strainer



3/8 NPTF Pipe Size, 18 Threads Per Inch,  
0.41" Thread Engagement

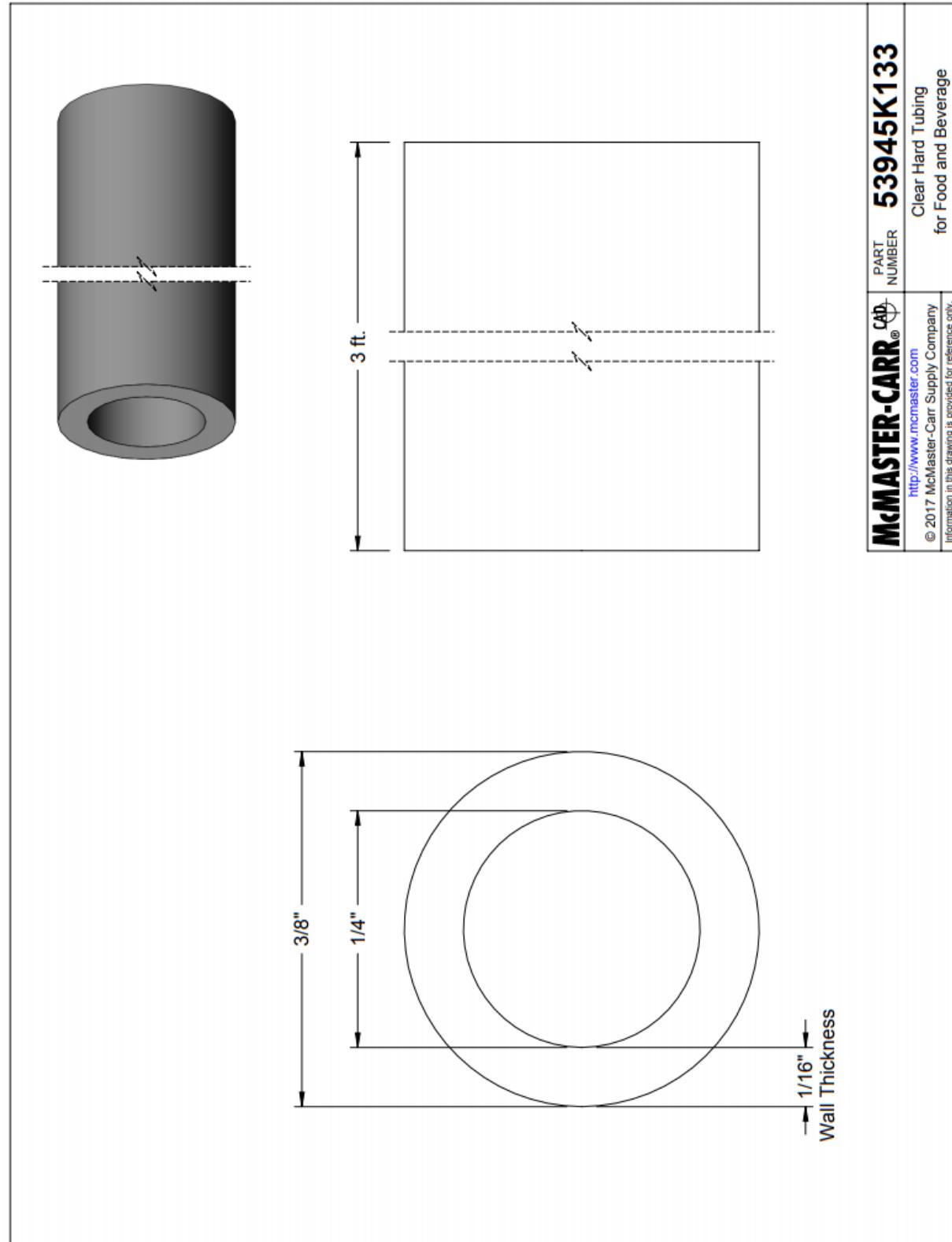


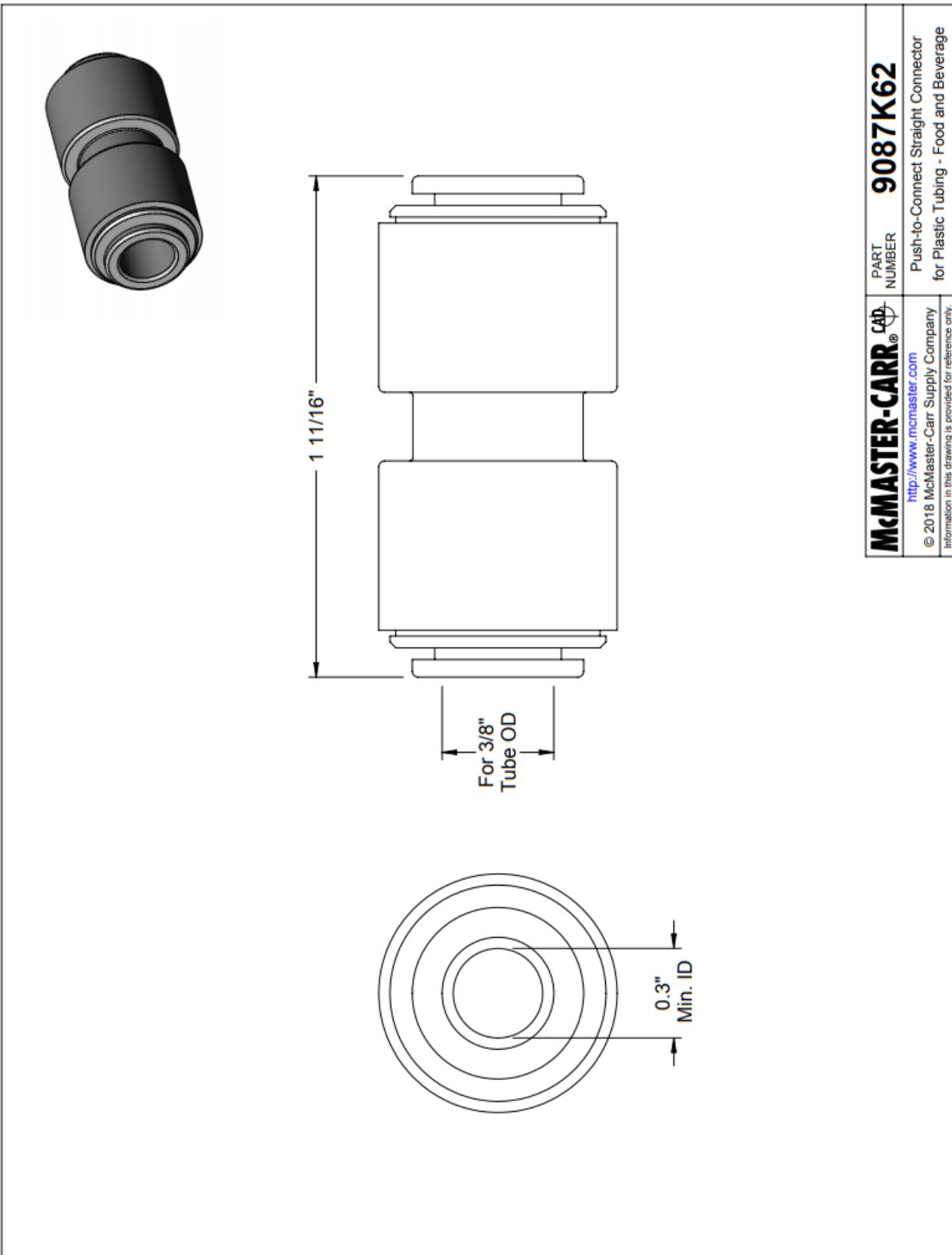
**McMASTER-CARR**  **9087K14**

PART  
NUMBER

Push-to-Connect Straight Adapter  
for Plastic Tubing - Food and Beverage

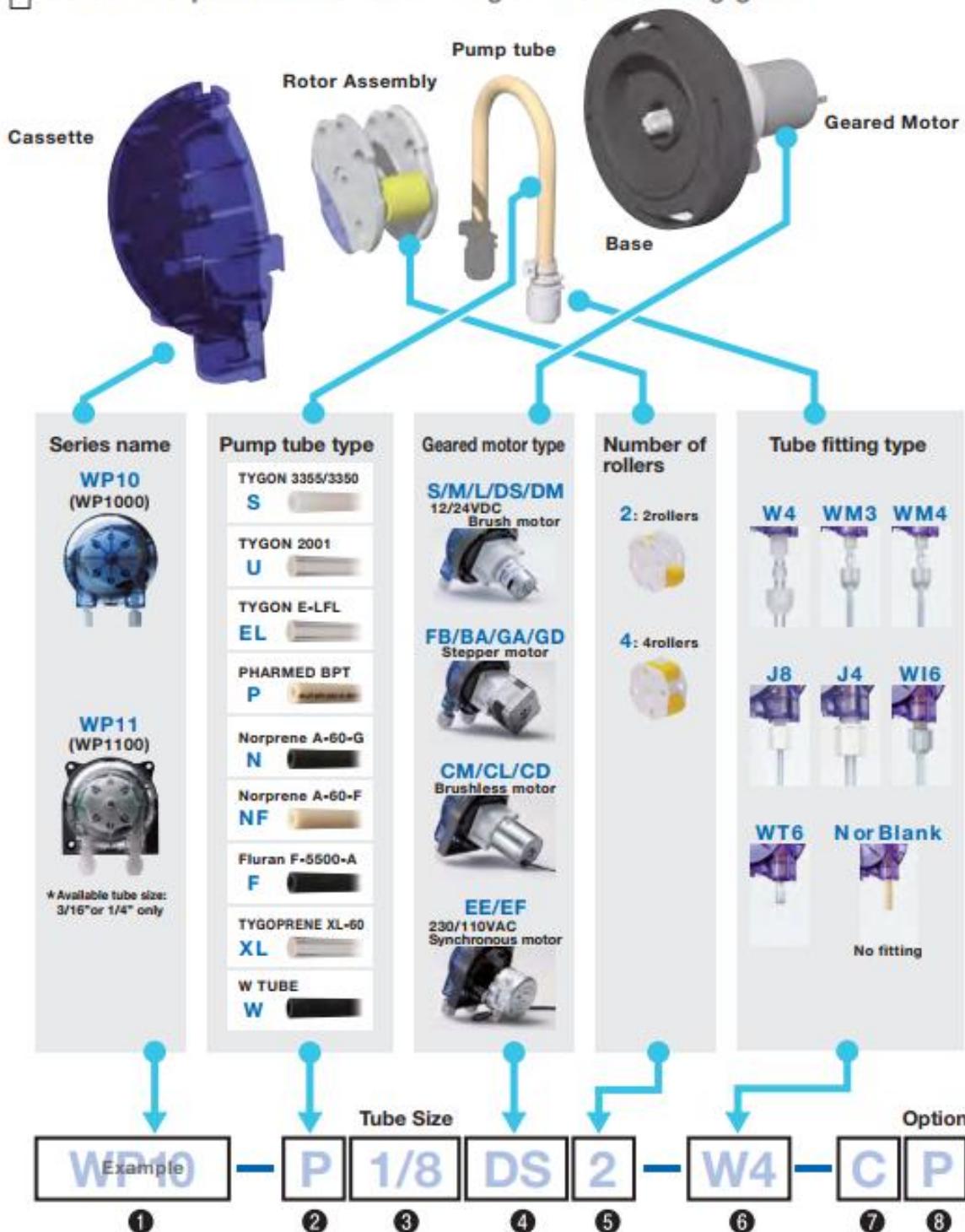
<http://www.mcmaster.com>  
© 2018 McMaster-Carr Supply Company  
Information in this drawing is provided for reference only.



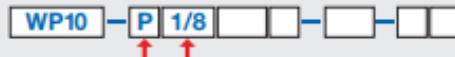


**WELCO Peristaltic pumps use a custom ordering system that enables part types and sizes to be selected according to the desired application.**

**Selection method for customization of pumps**  
Select the part number according to the following guide



## ② Pump tube type: Material (Selectable according to fluid type)



Tube type	Product Description	Regulatory compliance/meets
TYGON 3355/3350 <b>S</b>	*High-performance and platinum-cured silicone tube *Ultra-smooth inner bore reduces potential for particle entrapment *Excellent fluid flow characteristics.	FDA 21 CFR Part 177.2600 USP Class IV 3-A (3350 only)
TYGON 2001 <b>U</b>	*Plasticizer-free chemical resistant tube. *Great resistant to a wide range of fluids that typically destroy PVC products *Applicable to soap and detergent dispensing, ink transfer, water purification lines, food, beverage and chemical transfer	FDA 21 CFR Part 177.2600
TYGON E-LFL <b>EL</b>	*Non-DEGO tube for laboratory, Food & Beverage and Biopharmaceutical Applications *Longest flex life in any clear Tygon tubes *Extremely low particle spallation for sensitive fluid applications	FDA 21 CFR Part 177.2600 USP Class VI NSF-51
PHARMED BPT <b>P</b>	*Great resistant to general chemicals, acid, alkali and oxidizing agents *Compatible with virtually all commercial cleaners and sanitizers *Lasts up to 30 times longer than silicone tubes.	FDA 21 CFR Part 177.2600 USP Class VI
Norpren A-60-G <b>N</b>	*Lasts and perform better than EPDM and other speciality rubber tubes *Ozone and UV Light resistant *Applicable to soap and disinfectant dispensing, printing ink transfer, and etc...	-
Norpren A-60-F <b>NF</b>	*Food process tube for critical processing applications in the food, dairy and cosmetic industries. *Compatible with virtually all commercial cleaners and sanitizers *Great resistant to general chemicals, acid, alkali and oxidizing agents	FDA 21 CFR Part 177.2600 NSF 51 3-A
Fluran F-5500-A <b>F</b>	*A proprietary fluorelastomer tube *Excellent resistance to corrosive chemicals, oils, fuels and solvents *Ozone and UV Light resistant	-
TYGOPRENE XL-60 <b>XL</b>	*Alternative to silicones and PVC when longer pump tube life is required *Excellent resistance to a wide range of fluids, including acids and bases *Greatly reduce the risk of fluid contamination	FDA 21 CFR Part 177.2600 NSF 51
W TUBE <b>W</b>	*Dual-wall tube which has excellent resistant to chemicals, acid, alkali. *Inner layer: Polyolefin Outer layer: Thermoplastic Elastomers	-

Note: TYGON, Pharmed, Norprene, Fluran and Tygoprene are manufactured by Saint-Gobain Group.

Note: When selecting tubes with a 3/16" inner diameter, as long as there are no specification or shape-related issues, use of the WP1100 is recommended.

## ③ Pump tube type: Tube size (Selectable according to the tube material and number of rollers)

### WP1000

Model name (inner diameter)	1/16	3/32	1/8	4
Inner diameter	1.6mm (1/16")	2.4mm (3/32")	3.2mm (1/8")	4mm (-)
Available tube material	P	S / P	All type (of)	W / P
Number of rollers	2 / 4	2 / 4	2 / 4	2 / 4

### WP1100

Model name (inner diameter)	3/16	1/4
Inner diameter	4.8mm (3/16")	6.4mm(1/4")
Available tube material	ALL type except for XL	ALL type except for EL,XL
Number of rollers	2 / 4	2

Caution: Tube type F3/16", EL3/16" and U3/16" cannot be used with four rollers due to its characteristic.

### Flow amount benchmark (flow amount per rotation)

Inside diameter of tube (inches)	1.6mm (1/16")	2.4mm (3/32")	3.2mm (1/8")	4mm	4.8mm (3/16")	6.4mm(1/4")					
Number of rollers	2	4	2	4	2	4	2	4	2	-	
WP1000 Flow amount (mL)	-	0.2	0.5	0.45	0.9	0.8	1.45	1.2	1.95	1.6	3.0

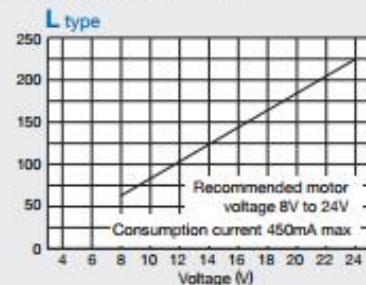
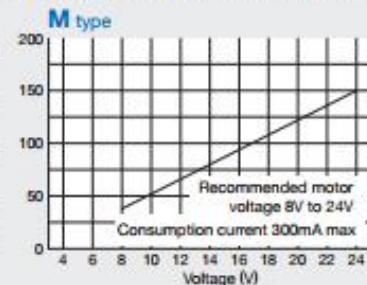
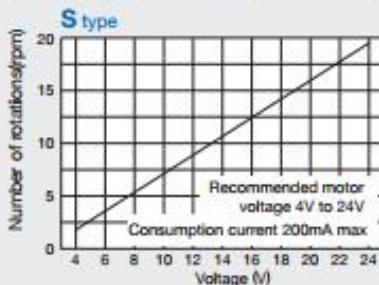
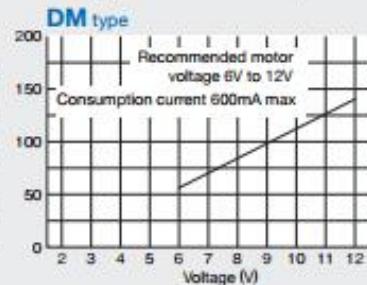
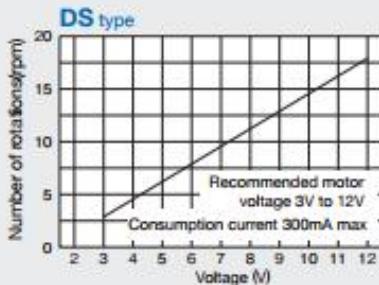
Caution: The above table describes the initial benchmark flow amounts during water suction. This may vary considerably depending on the tube type, use period, ambient temperature, and lot tolerances, etc. Measure the specifications with reasonable leeway.

## ④ Geared motor types

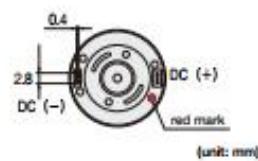


WP10 - P 1/8 DS □ - □ - □

## DC Brush Motor &amp; Gear

**24VDC Brush Motor & Gear:** Three types are selectable (low, medium and high speeds)**12VDC Brush Motor & Gear:** Two types are selectable (low and medium speeds)

## Motor wiring and terminal dimensions diagrams



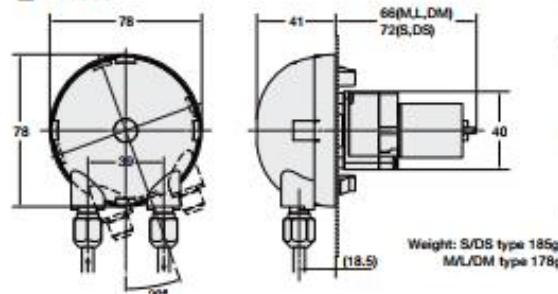
Caution: The consumption current described above is the value during normal operations.

An approximately threefold inrush current occurs during rotation startup.

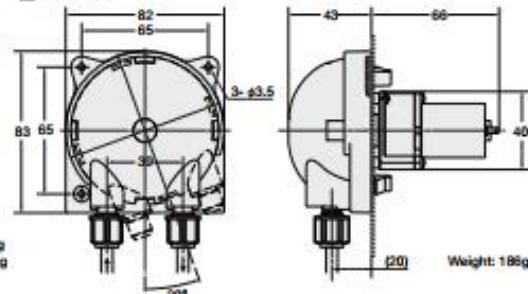
Short circuit between terminals may occur due to end of motor life or short circuit between commutator slits by specific operating environment and condition. In order to prevent circuit burnout, please take protective measures such as using fuses.

## Dimensions (unit: mm)

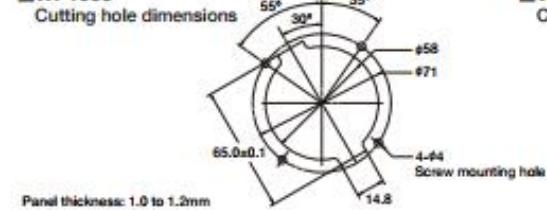
## ■ WP1000



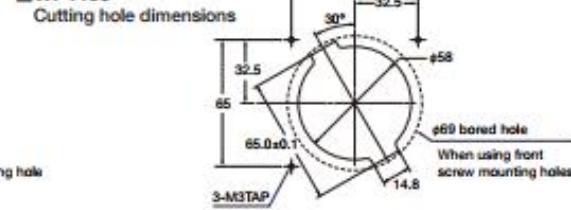
## ■ WP1100



## ■ WP1000



## ■ WP1100





**7 Color variation**

A 5-color lineup that can be classified for use according to the type of liquids used

WP10 — P 1/8 DS 2 — W4 — B P



B: Blue



G: Green



C: Clear



R: Red



Y: Yellow

UV: Black  
(Special order item)  
Only for WP1000**8 Using an optional panel**

There is also a lineup of panels to which the pump can be easily mounted

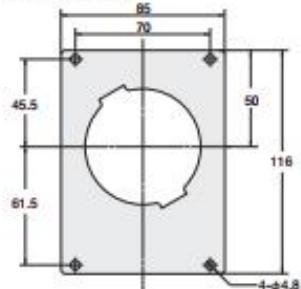
WP1000 — P 1/8 DS 2 — W4 — B P

P = with bracket

N or Blank = without bracket



## ■ Option bracket dimensions (unit: mm)

Thickness: 1.2mm  
Material properties: SUS304**General specifications**

Recommended installation height	2.0m max
Liquid temperature range	5 to 50°C (41°F to 122°F)
Specified environment temperature range	0 to 50°C (32°F to 122°F)
Specified ambient humidity range	20% to 80% (with no condensation)
Certifications&Approvals	E209254

**Precautions**

- When selecting a tube, the customer should perform a verification test to verify the chemical suitability according to the usage environment and the intended application.
- Regardless of the pump tube type, the phenomenon of peeling from inside of the tube starts with small amounts.
- This product was not designed for medical use. Do not use for medical applications.
- This product is not waterproof. If using in water-filled environments, design to protect against water.
- Numerical data listed in this catalog reflect conditions measured over short periods of time. Their accuracy for long-term use is not assured.
- There is a tendency for the flow rate to increase until the tube becomes acclimated, and even among the same model, different lots may have different flow rates within the specified tolerances. Also, the rotating speed of the DC motor may fluctuate depending on the load conditions and changes in the motor temperature. During the design stage, be sure to select a motor with ample capacity.



WELCO Co., Ltd.

3-3-1 Sumiyoshi-cho, Fuchu-shi, Tokyo 183-0034, Japan Tel: +81-(0)42-333-7320 Fax: +81-(0)42-333-7337

Please see the web site to get more detailed information. <http://www.welco.net>

welco

SEARCH



**NS301YF24C3BC9**

**Valve Shown**



**STAINLESS  
STEEL**

## Features

- 2-Ports (2-way), 2-position
- Normally closed (N.C.) configuration
- Direct acting operator
- Zero differential action
- 18mm (DIN 43650A) style wiring plug
- 1/4" NPT ports
- 120VAC, 24VAC or 24VDC solenoids
- Made in the USA

**Made  
in the  
USA**



Also, see our website  
[www.AutomationDirect.com](http://www.AutomationDirect.com) for a variety  
of fitting options

### 301 Series Water Valves

<b>Model</b>	<b>NS301YF02C3B</b>	<b>NS301YF02C3B</b>	<b>NS301YF02C3B</b>	<b>NS301YF24C3B</b>	<b>NS301YF24C3B</b>	<b>NS301YF24C3B</b>	<b>NS301YF16C3B</b>	<b>NS301YF16C3B</b>	<b>NS301YF16C3B</b>
<b>Price</b>	\$80.00	\$77.00	\$77.00	\$80.00	\$77.00	\$77.00	\$80.00	\$77.00	\$77.00
<b>Weight (lbs)</b>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<b>Valve Type</b> 2-Ports (2-way), 2-position									
<b>Acting</b> Direct acting, normally closed									
<b>Port Size</b>	1/4" FNPT	1/4" FNPT	1/4" FNPT	1/4" FNPT	1/4" FNPT	1/4" FNPT	1/4" FNPT	1/4" FNPT	1/4" FNPT
<b>Orifice Size</b>	1/4"	1/8"	3/32"	1/4"	1/8"	3/32"	1/4"	1/8"	3/32"
<b>Cv</b>	0.85	0.36	0.21	0.85	0.36	0.21	0.85	0.36	0.21
<b>Media</b>	Water								
<b>Pressure Range</b>	0-50 psi	0-200 psi	0-400 psi	0-50 psi	0-200 psi	0-400 psi	0-20 psi	0-140 psi	0-200 psi
<b>Voltage (w 10%)</b>	120/110 VAC 50/60 Hz	120/110 VAC 50/60 Hz	120/110 VAC 50/60 Hz	24VAC 50/60 Hz	24VAC 50/60 Hz	24VAC 50/60 Hz	24VDC	24VDC	24VDC
<b>Inrush AC</b>	54VA						-		

<b>Power Consumption</b>	10W	10W	10W	10W	10W	10W	10W	10W	10W			
<b>Max Freq</b>	Cannot be used in PWM (pulse width modulation) applications											
<b>Insulation</b>	Class N (200°C - 392°F)											
<b>Min Response</b>	5-15 ms						8-23 ms					
<b>Temperature</b>	32°F to 125°F (0°C to 51.7°C); Max. Fluid Temp. 295°F (146.1°C)											
<b>Lubrication</b>	Not required											
<b>Protection</b>	NEMA 4/4X Encapsulated											
<b>Connection</b>	18mm (DIN 43650A) terminal											
<b>Construction</b>	303 Stainless steel body; NSF Approved EPDM seals; Stainless Steel orifice											
<b>Life Cycle</b>	5 Million											
<b>Agency Approvals</b>	NSF/ANSI - 61-G/NSF-372, CE, CSA, UL Recognized											

\* To obtain the most current agency approval information, see the Agency Approval Checklist section on the specific part number's web page.

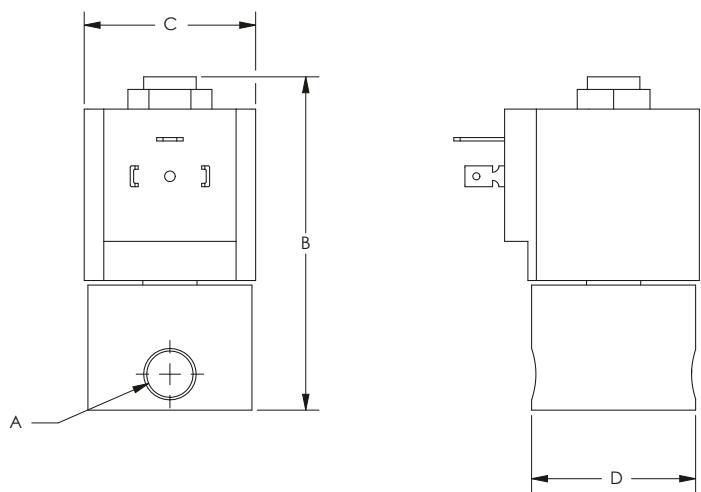


## 301 Series Water Valves (Stainless Steel)

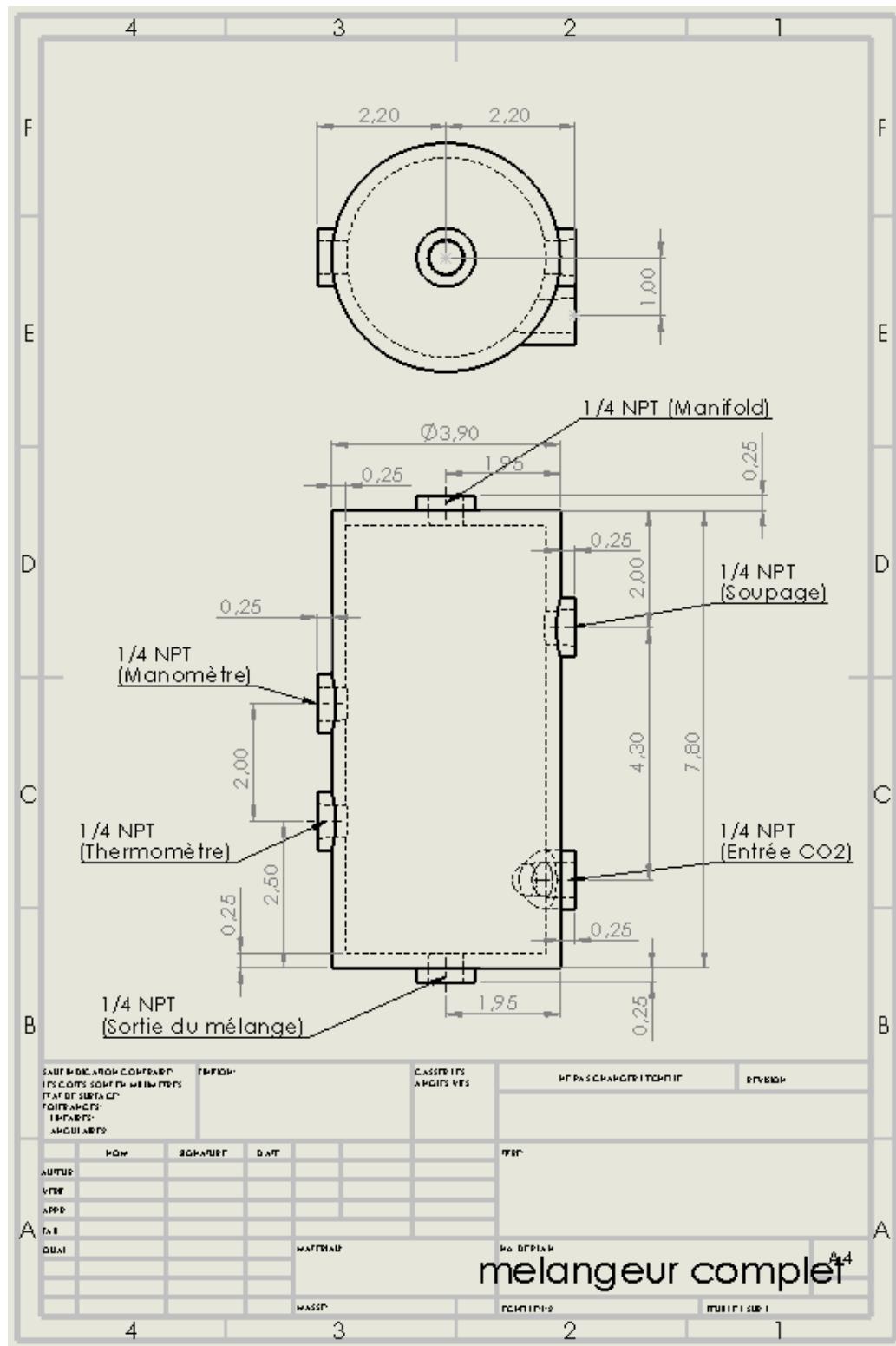
### Dimensions

inches [mm]

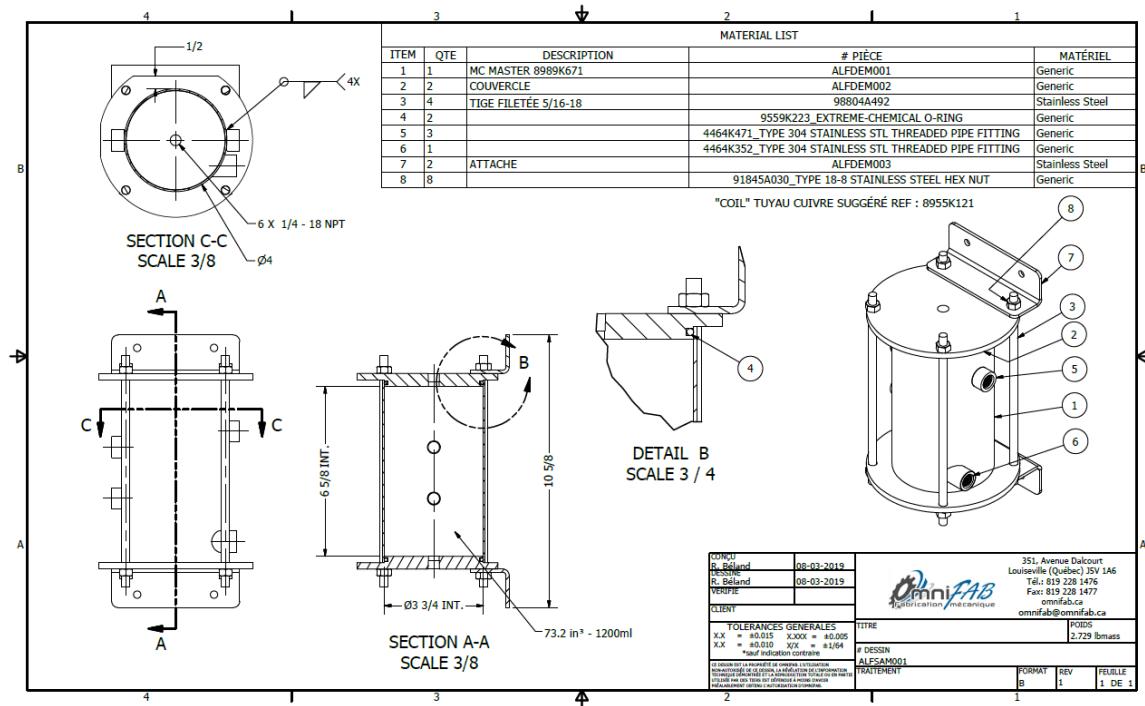
301 Series Water Valve Dimensions				
Part No.	A	B	C	D
NS301YF02C3BE7	1/4 NPT	3.15 [80.0]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]
NS301YF02C3BD5	1/4 NPT	3.15 [80.0]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]
NS301YF02C3BC9	1/4 NPT	3.15 [80.0]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]
NS301YF24C3BE7	1/4 NPT	3.15 [80.0]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]
NS301YF24C3BD5	1/4 NPT	3.15 [80.0]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]
NS301YF24C3BC9	1/4 NPT	3.15 [80.0]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]
NS301YF16C3BE7	1/4 NPT	3.22 [81.8]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]
NS301YF16C3BD5	1/4 NPT	3.22 [81.8]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]
NS301YF16C3BC9	1/4 NPT	3.22 [81.8]	1.62 [41.1]	1.55 [39.4]



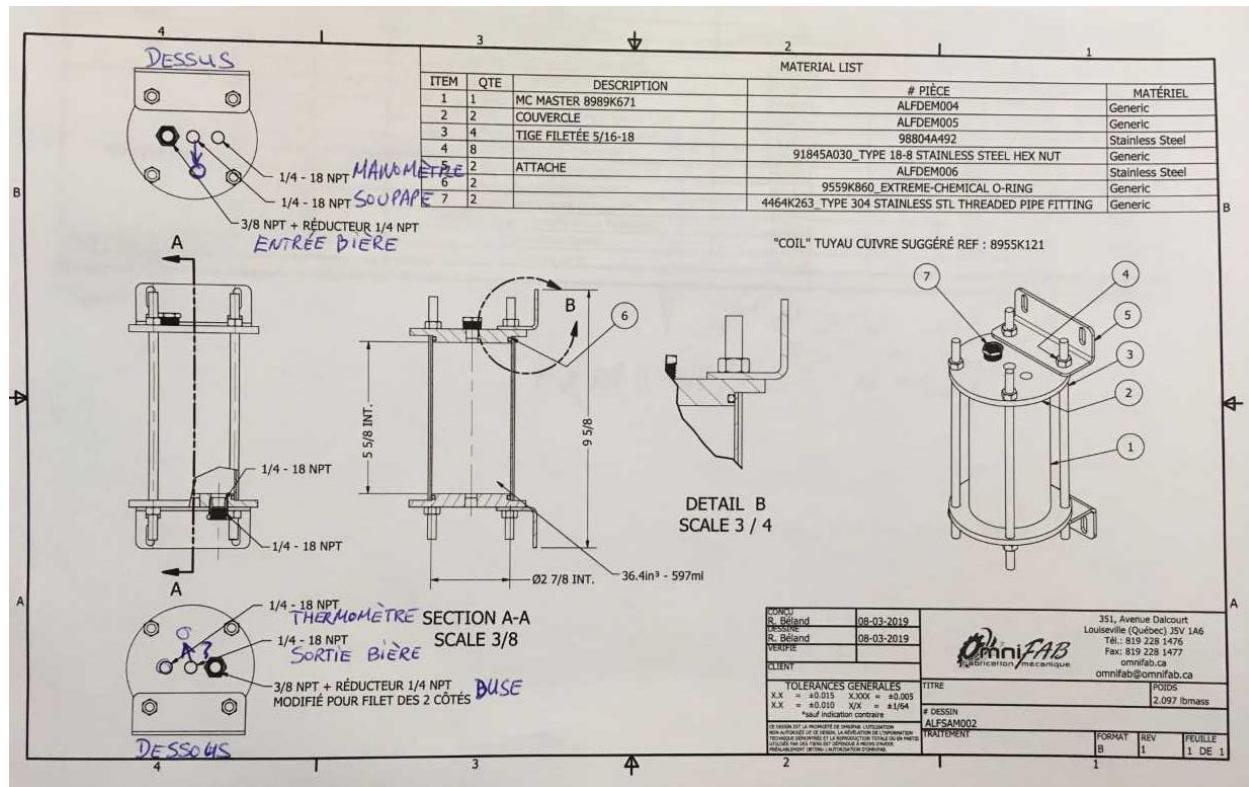
Plan préliminaire du contenant mélangeur



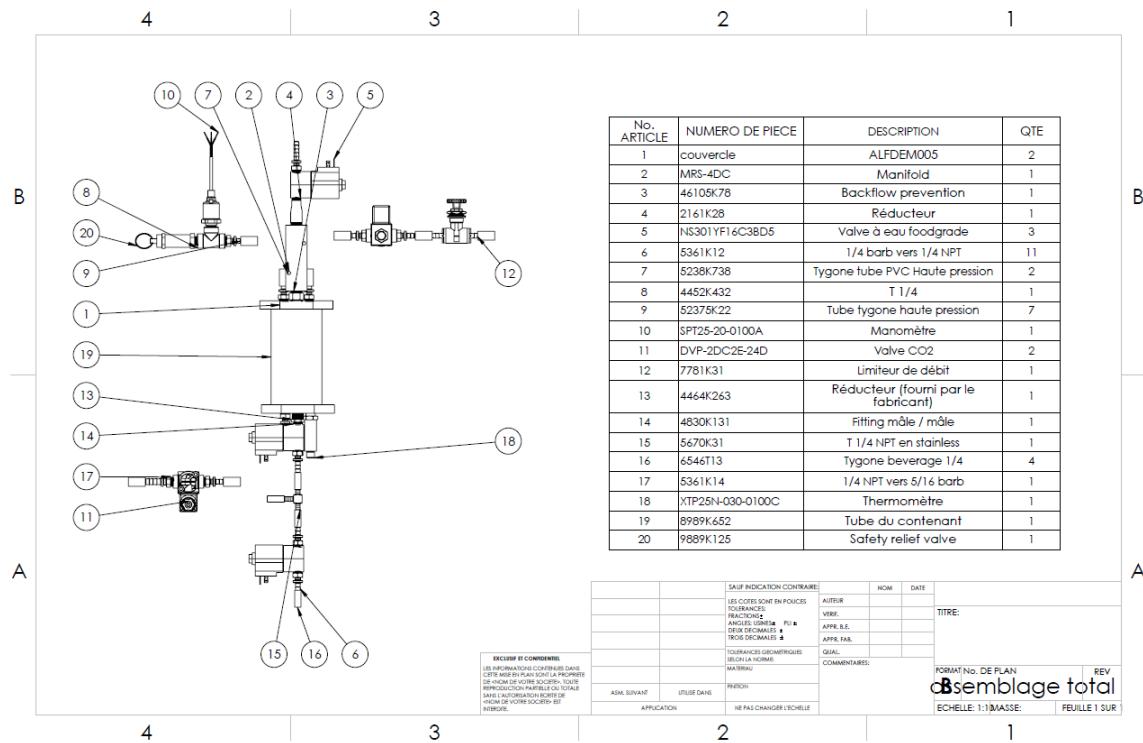
## Deuxième version du contenant



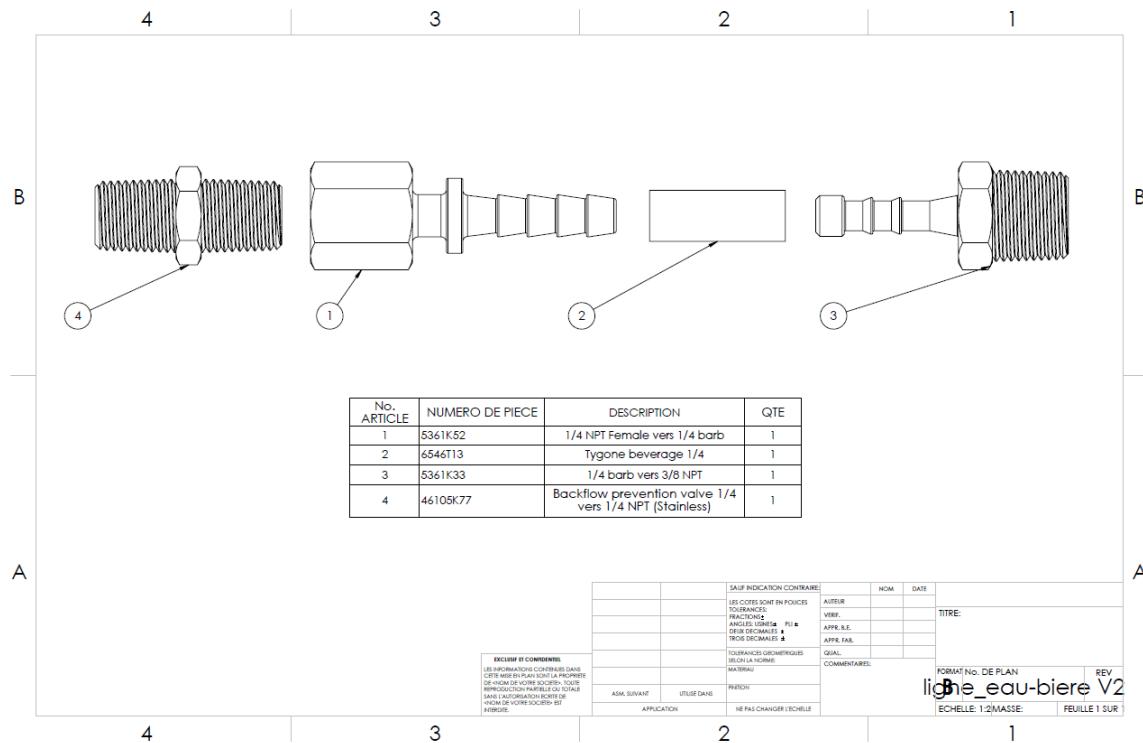
Plan final du contenuant de mélange



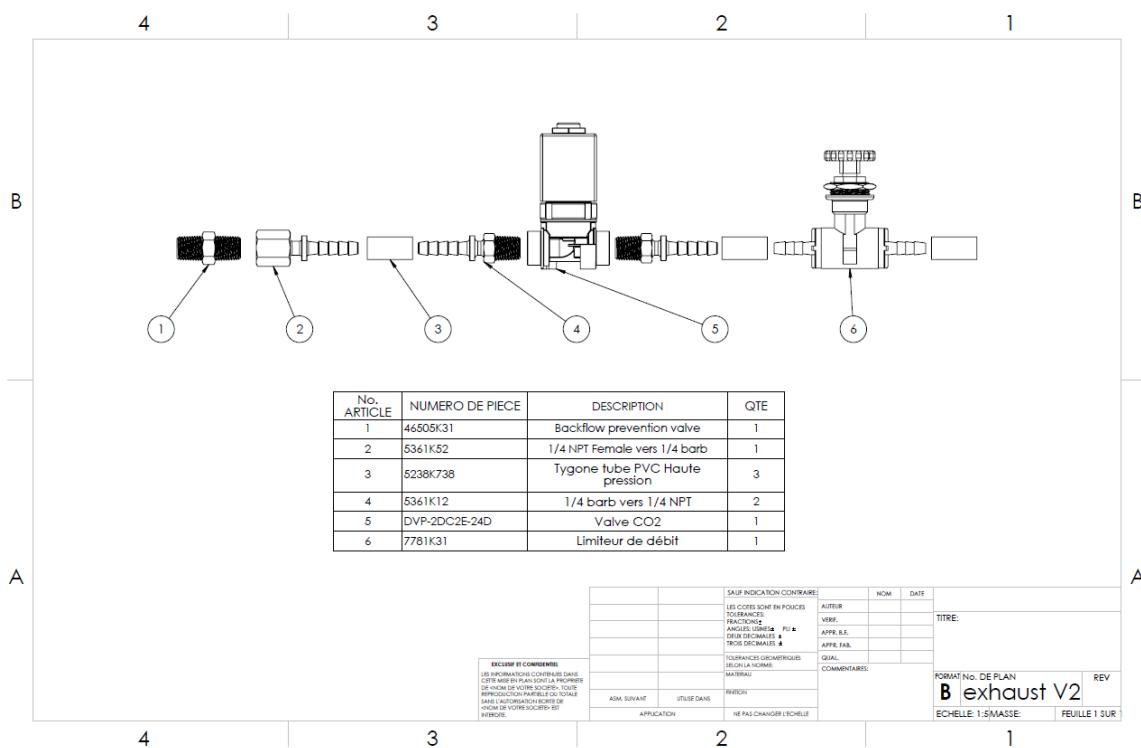
## Modélisation complète du contenant et des lignes avec les pièces utilisées



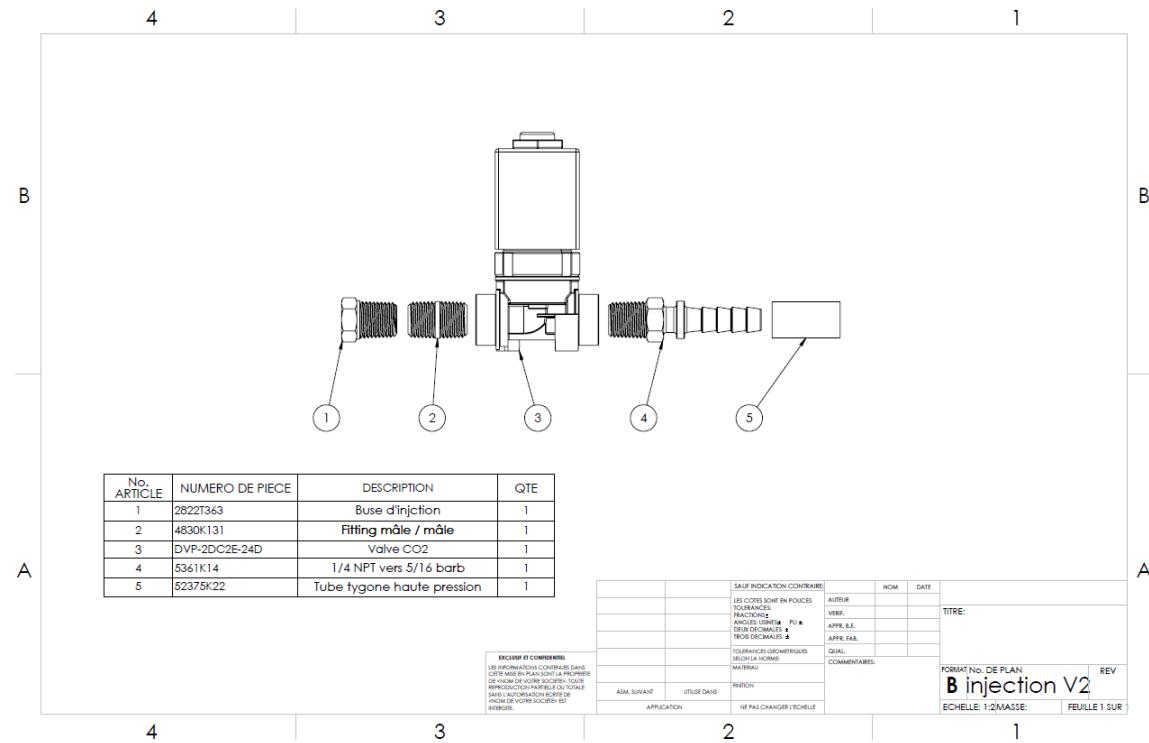
## Ligne d'alimentation en eau vers le collecteur



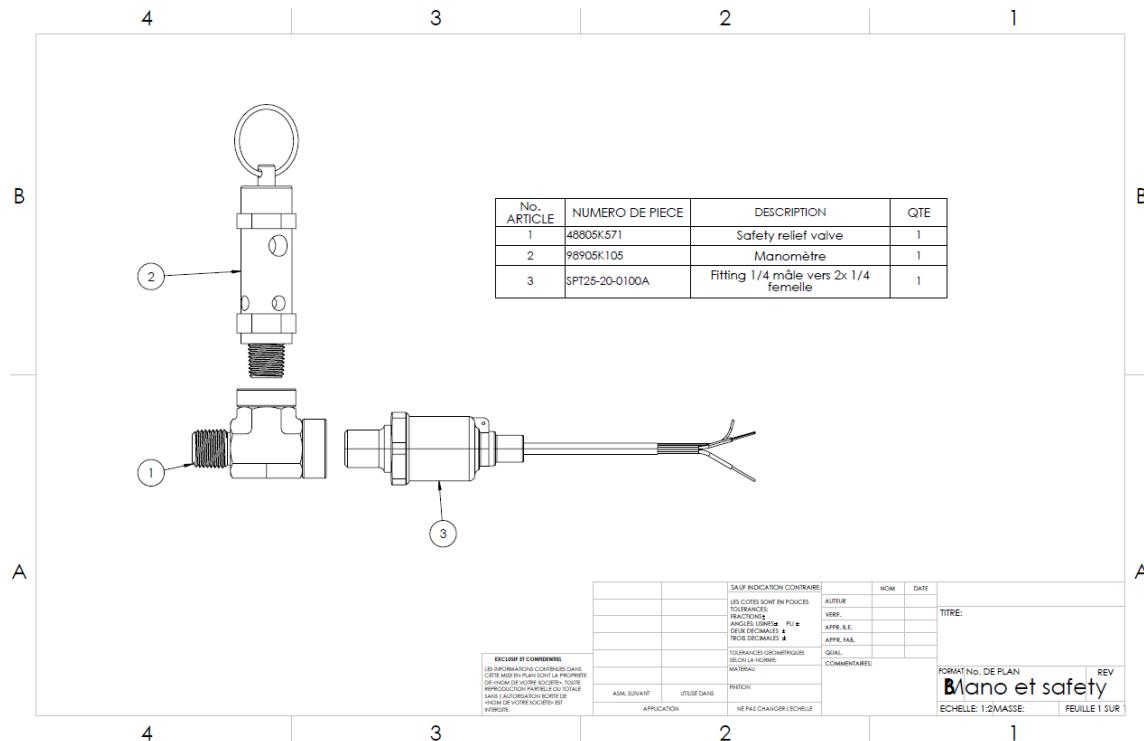
### Échappement pour CO2 pour dépressurisation



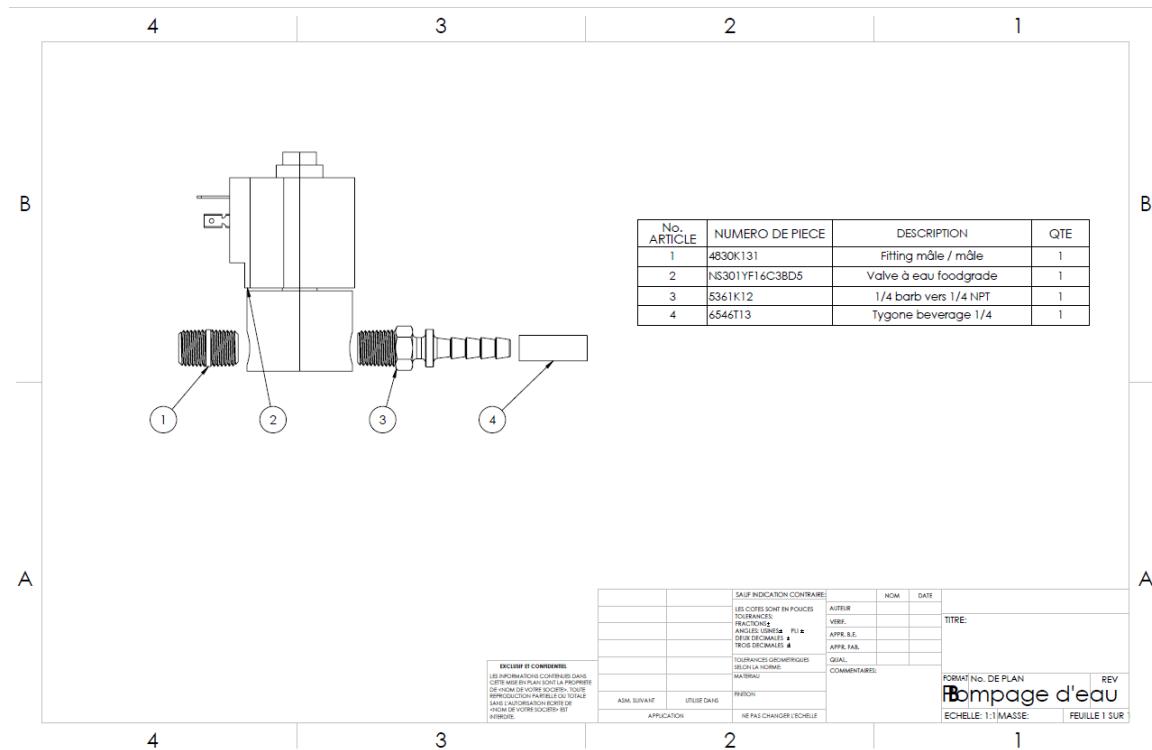
## Ligne d'injection de CO2



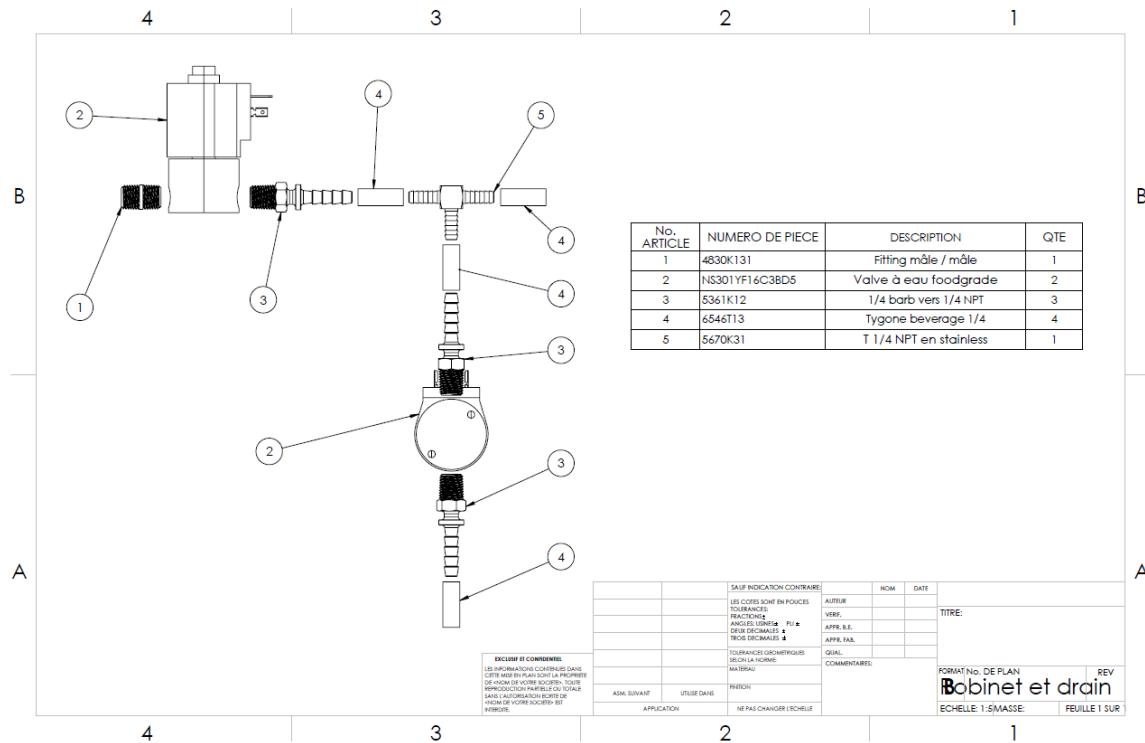
## Manomètre et valve de surpression de sécurité



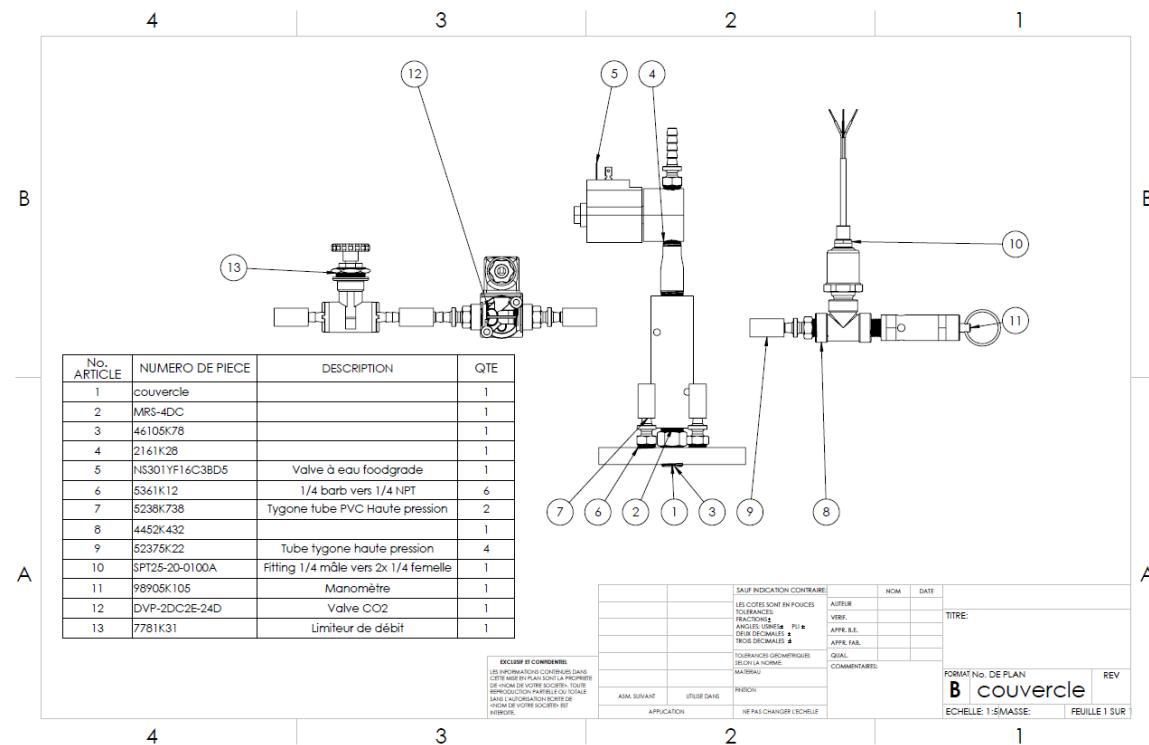
### Ligne de pompage d'eau vers le collecteur



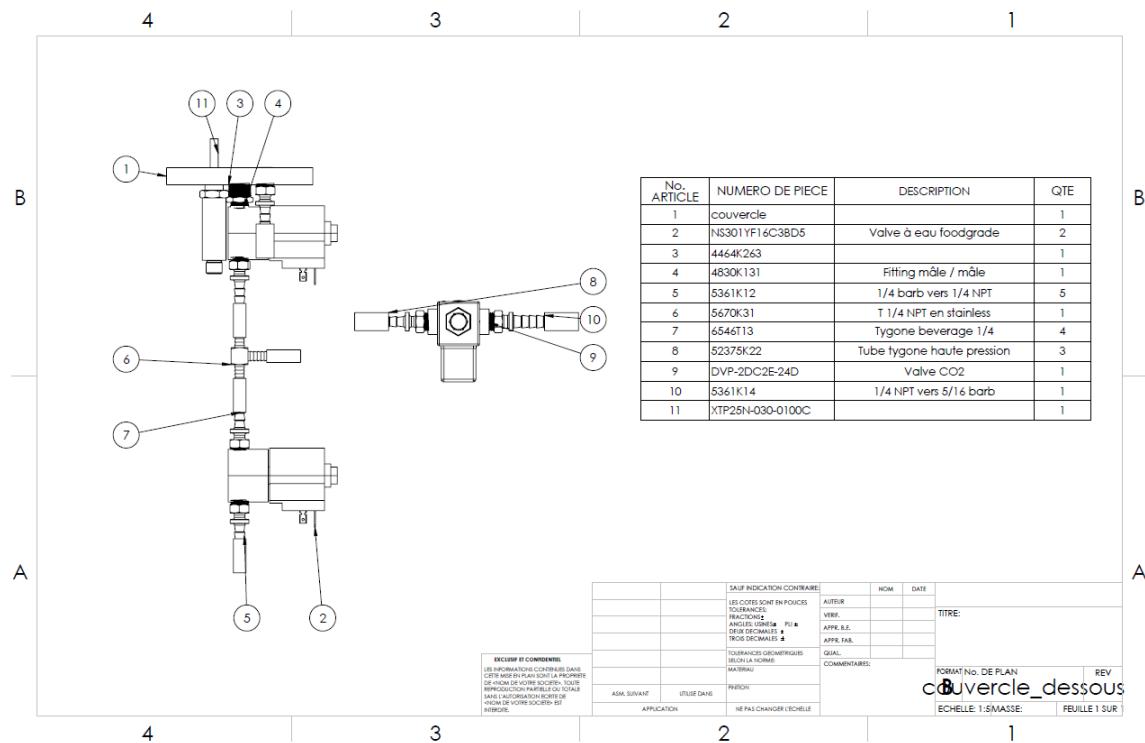
## Ligne pour versage par robinet ou vidange vers drain



## Bouchon du dessus



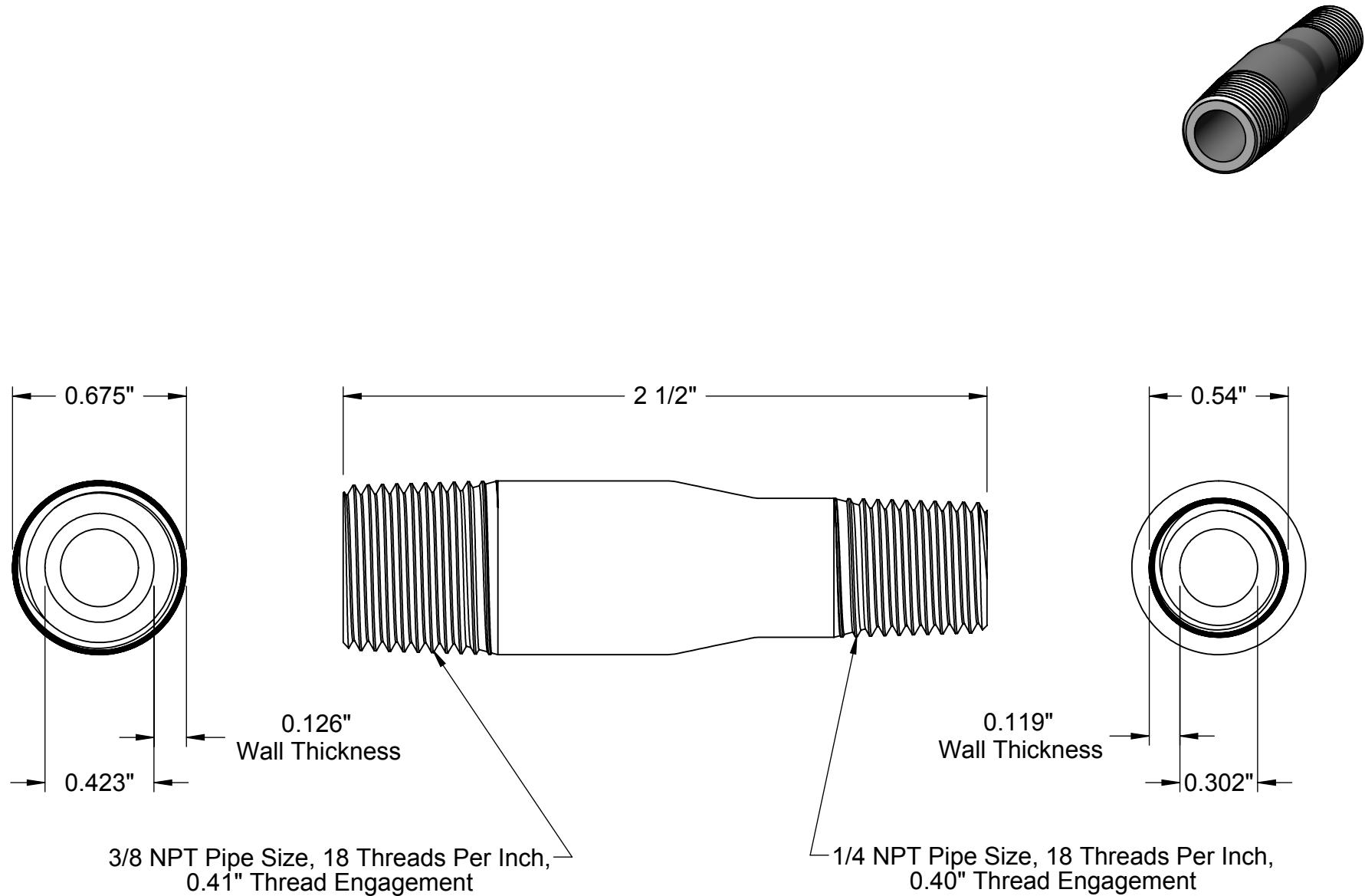
## Bouchon du dessous



Liste complète des composantes dans le montage

McMaster & Carr	4	304 Stainless Steel Barbed Hose Fitting (1/4 hose to 1/4 NPT male)	<a href="#">5361K12</a>	12	\$10,04	\$13,35	\$160,24
	5	Brass Barbed Hose Fitting (5/16 hose to 1/4 NPT Female)	<a href="#">5346K53</a>	1	\$11,85	\$15,76	\$15,76
	6	Precision Flow-Adjustment Valve	<a href="#">7781K31</a>	1	\$18,80	\$25,00	\$25,00
	7	High-Pressure PVC Tubing (25)	<a href="#">5238K738</a>	1	\$14,50	\$19,29	\$19,29
	8	Tygon PVC Tubing for Food, Beverage, and Dairy (25)	<a href="#">6546T13</a>	1	\$42,75	\$56,86	\$56,86
	9	No-Drip Flat Spray Nozzle	<a href="#">4846T13</a>	1	\$35,98	\$47,85	\$47,85
	10	High-Impact Deflected Flat Spray	<a href="#">32535K22</a>	1	\$14,09	\$18,74	\$18,74
	11	Full-Cone Spray Nozzle	<a href="#">32885K119</a>	1	\$11,27	\$14,99	\$14,99
	12	Compact High-Pressure Backflow-Prevention valve for water	<a href="#">46105K78</a>	1	\$56,91	\$75,69	\$75,69
	13	Thick-wall stainless Steel Threaded Pipe Nipple Reducer	<a href="#">2161K28</a>	1	\$33,05	\$43,96	\$43,96
	14	Steel threaded ipe fitting tee	<a href="#">4452K432</a>	1	\$9,00	\$11,97	\$11,97
	15	Standard-wall stainless steel pipe	<a href="#">4830K131</a>	3	\$1,65	\$2,19	\$6,58
	16	Stainless steel barbed hose fitting 5/16 hose to 1/4 NPT male end	<a href="#">5361K14</a>	2	\$12,30	\$16,36	\$32,72
	17	Fast acting pressure relief valve	<a href="#">9889K125</a>	1	\$23,65	\$31,45	\$31,45
	18	Plastic barbed tube fitting 5/16	<a href="#">5463K188</a>	1	\$9,58	\$12,74	\$12,74
Atelier du brasseur	19	RÉGULATEUR DOUBLE DE CO2 TAPRITEO-60 PSI	<a href="#">T752HP-02</a>	1		\$159,99	\$159,99
Automation direct	20	Process Pipeline Solenoid Valves	<a href="#">DVP-2DC2E-120A</a>	2	\$41,00	\$54,53	\$109,06
	21	Valve solenoïde pour rinçage	<a href="#">NS301YF16C3BDS</a>	1	\$77,00	\$102,41	\$102,41
Ontario Beer Kegs (OBK)	22	Taprite 6" 304 Stainless Steel Beer	<a href="#">40006A</a>	1		\$43,99	\$43,99
	23	Square Brass Cold Block	<a href="#">Cold block</a>	2		\$11,99	\$23,98
	24	Tail Piece Assembly (1/4 barb)	<a href="#">Tail piece</a>	1		\$4,49	\$4,49
	25	CM Becker Compact V3S Forward Sealing Stainless Steel Creamer	<a href="#">V3S</a>	1		\$73,99	\$73,99
	26	Stainless Steel Spray Glass Rinser with	<a href="#">Glass Rinser</a>	1		\$166,99	\$166,99
Amazon.ca	27	Flojet Single Inlet Bottled Water Dispensing System	<a href="#">BW5002-000A</a>	1		\$189,95	\$189,95
						<b>TOTAL</b>	<b>\$1 484,80</b>





**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

© 2017 McMaster-Carr Supply Company

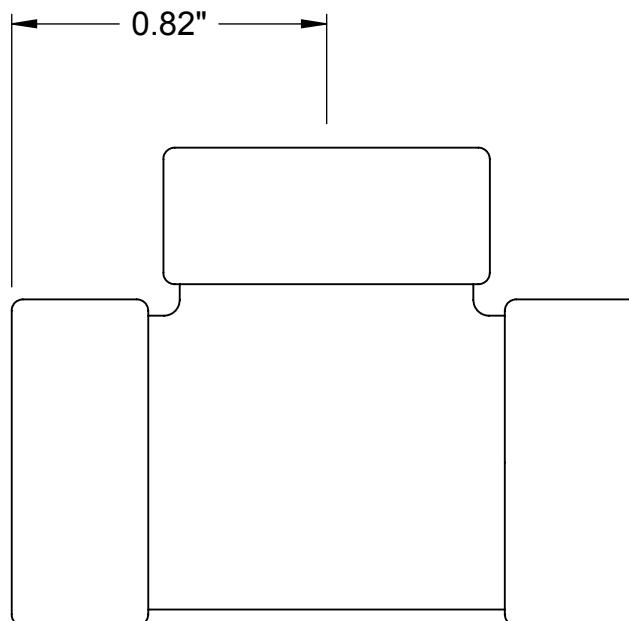
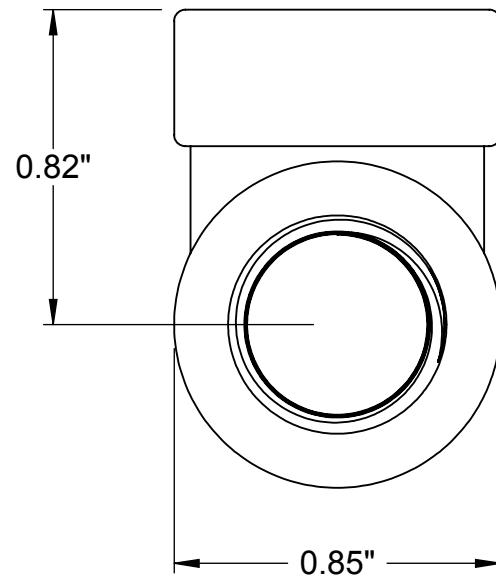
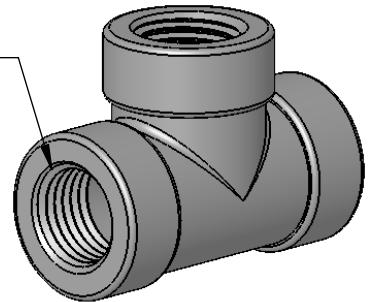
Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**2161K28**

Thick-Wall Stainless Steel  
Pipe Nipple

1/4 NPT Pipe Size, 18 Threads Per Inch,  
0.40" Thread Engagement



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

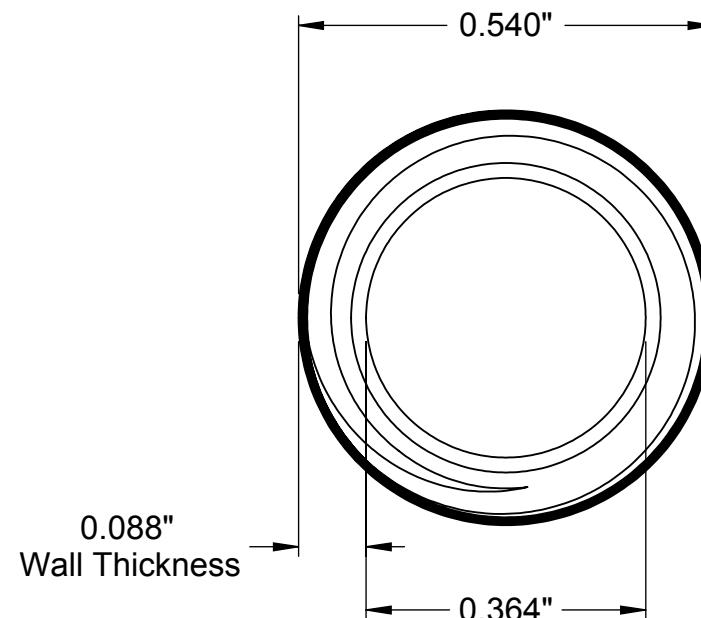
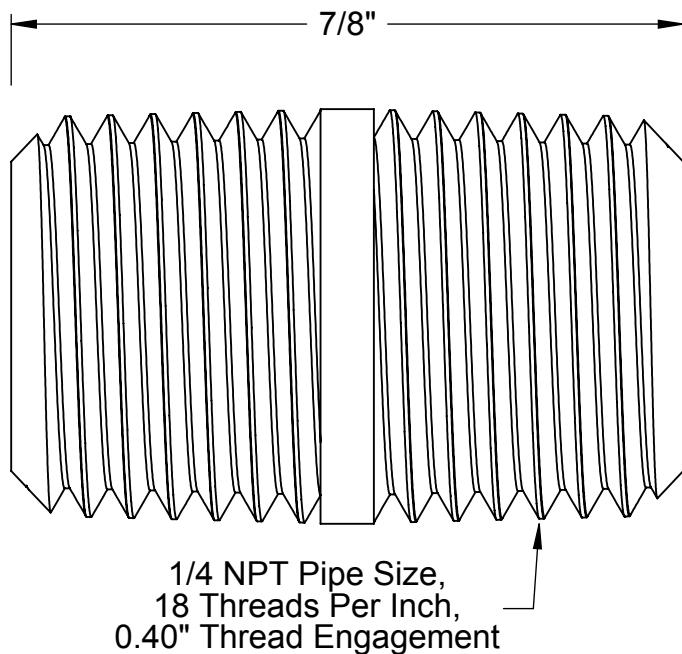
© 2011 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**4452K432**

Type 316 Stainless Steel  
Tee



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

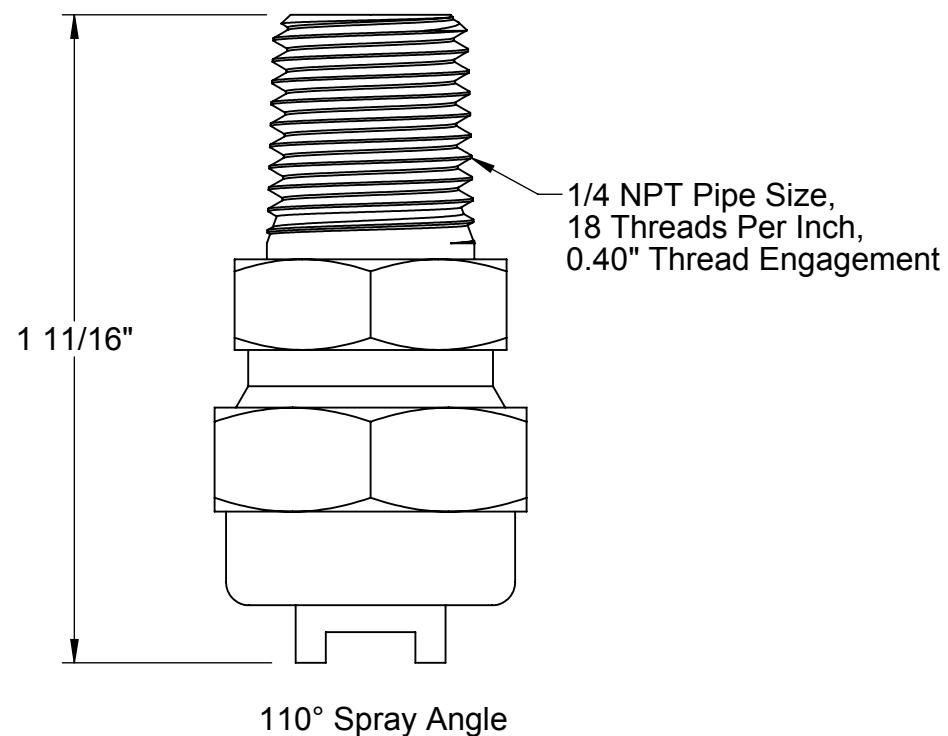
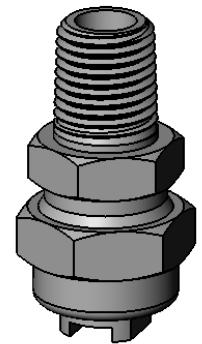
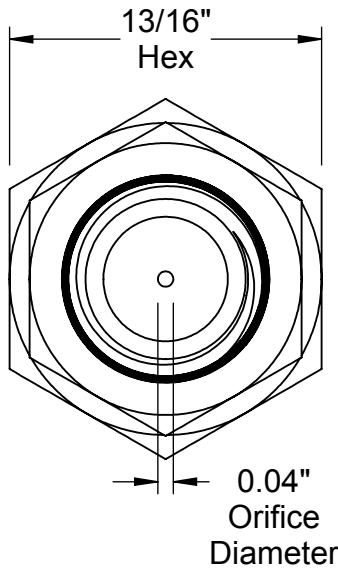
© 2018 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**4830K131**

Type 304/304L Stainless Steel  
Fully Threaded Pipe Nipple



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

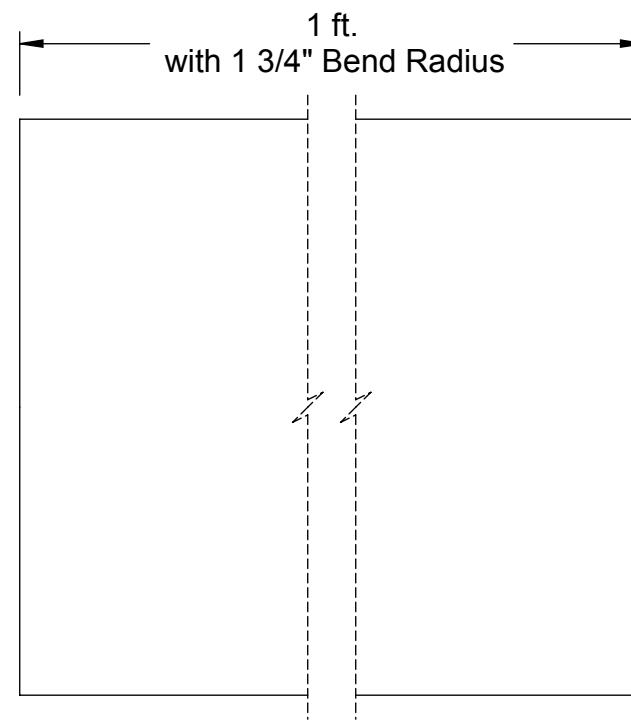
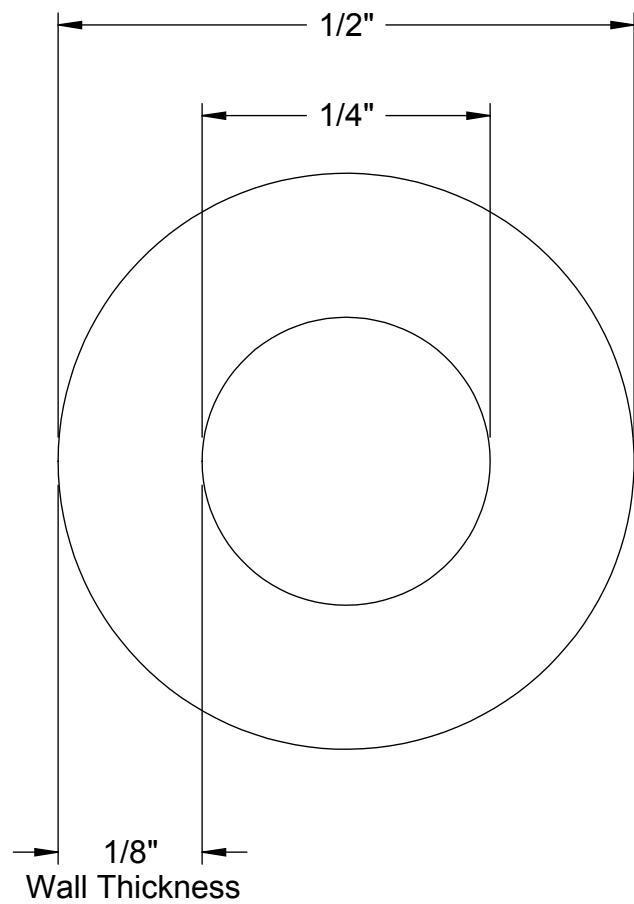
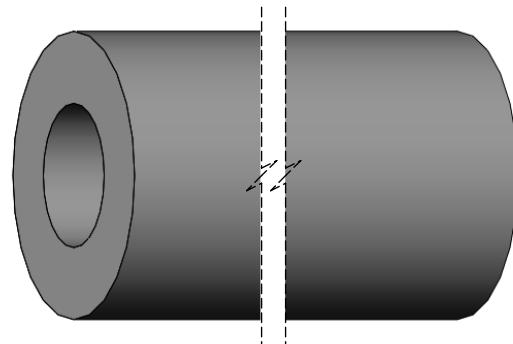
© 2019 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**4846T133**

No-Drip Flat  
Spray Nozzle



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

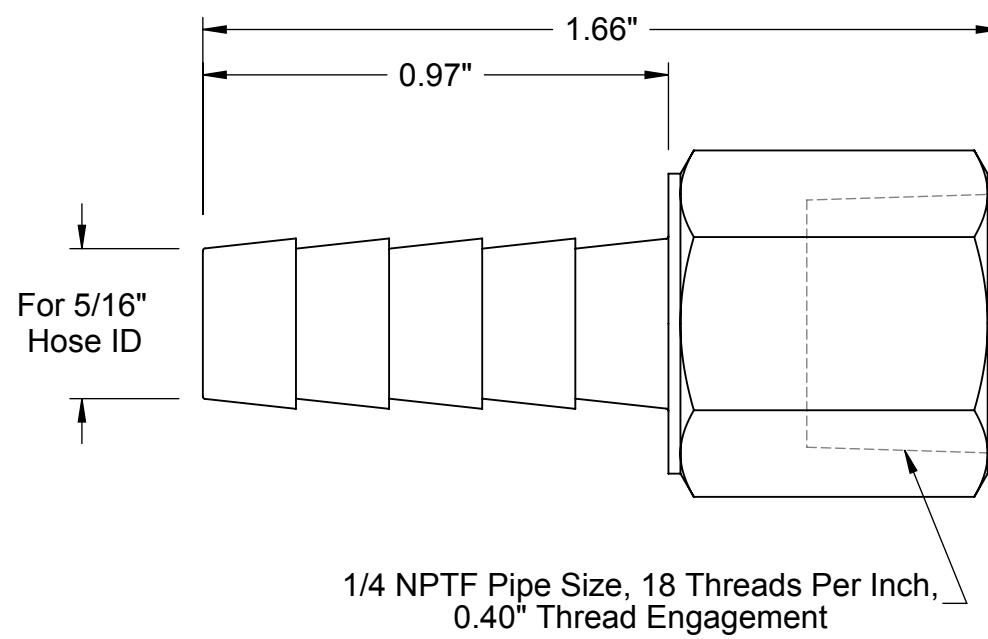
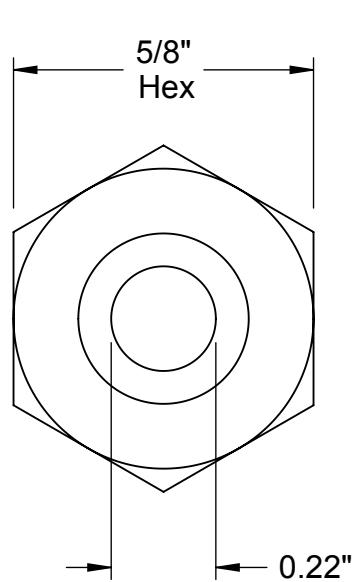
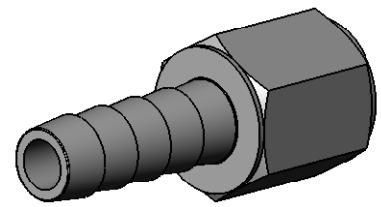
© 2017 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**5238K738**

High-Pressure PVC  
Clear Tubing



1/4 NPTF Pipe Size, 18 Threads Per Inch,  
0.40" Thread Engagement

**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

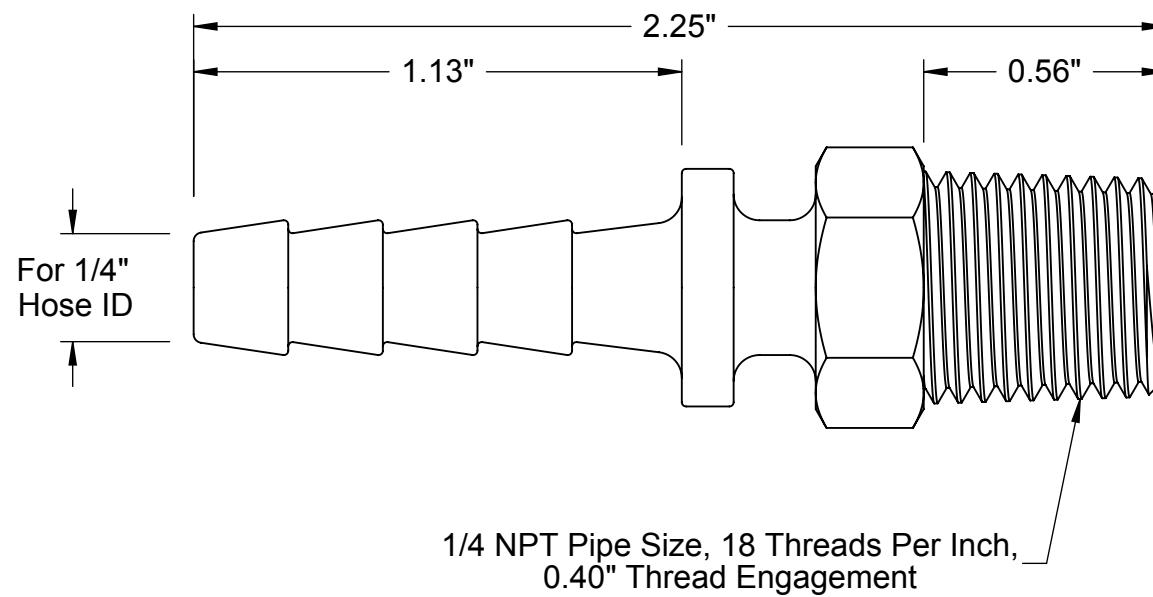
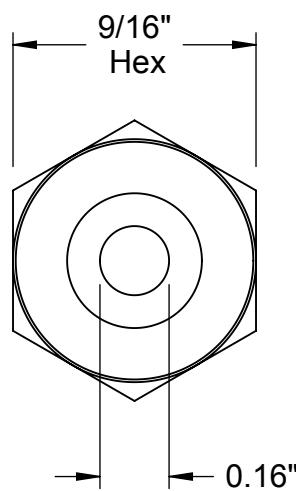
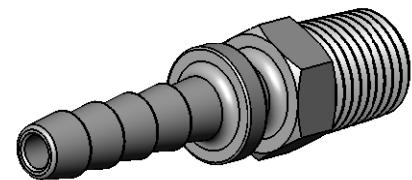
© 2015 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**5346K53**

Brass Barbed Hose  
Female Pipe Adapter



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

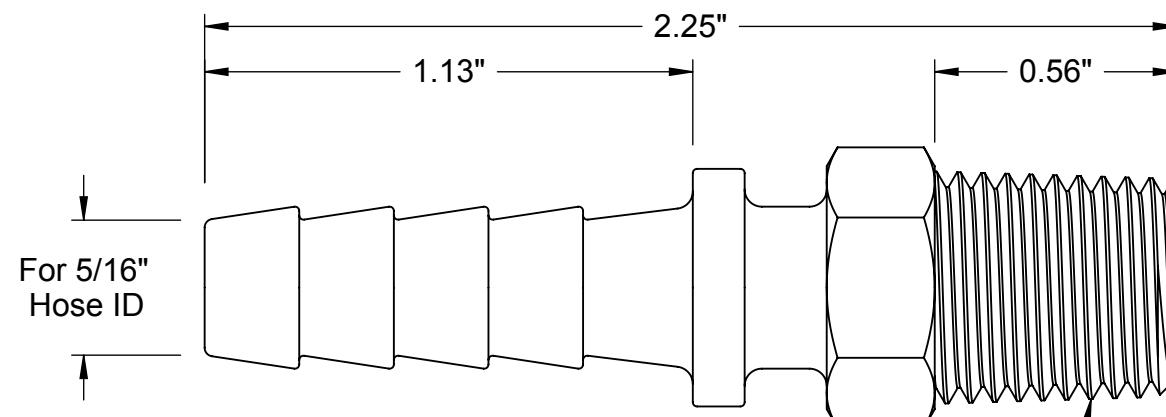
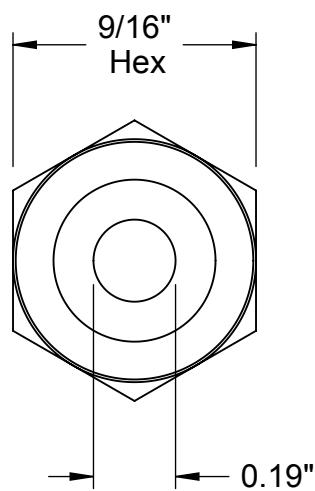
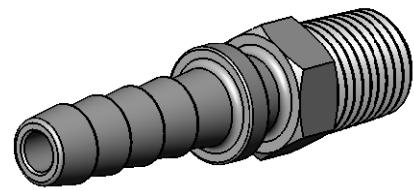
© 2015 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**5361K12**

Barbed Hose  
Male Pipe Adapter



1/4 NPT Pipe Size, 18 Threads Per Inch,  
0.40" Thread Engagement

**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

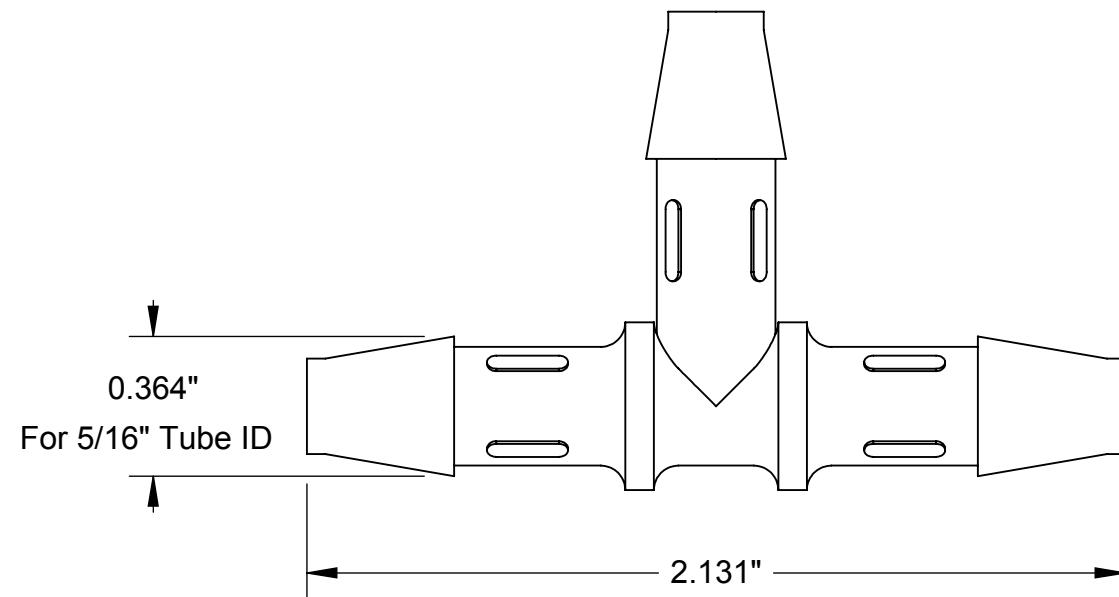
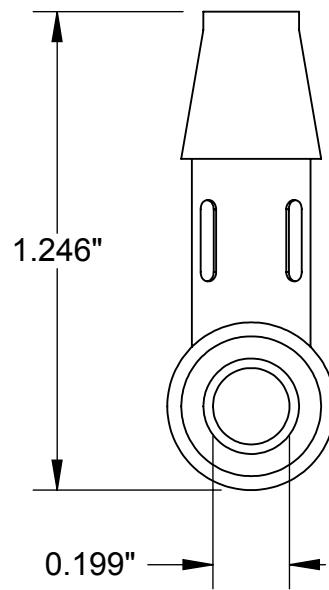
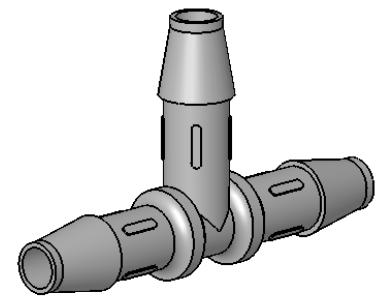
© 2015 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**5361K14**

Barbed Hose  
Male Pipe Adapter



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

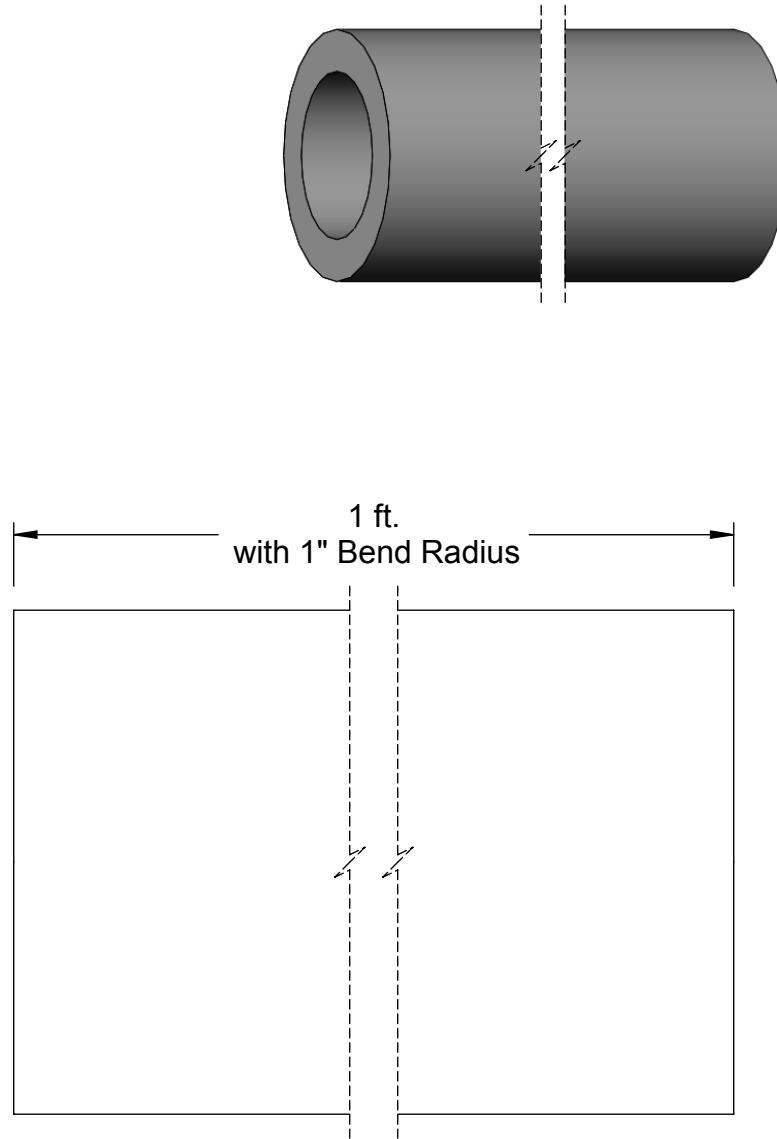
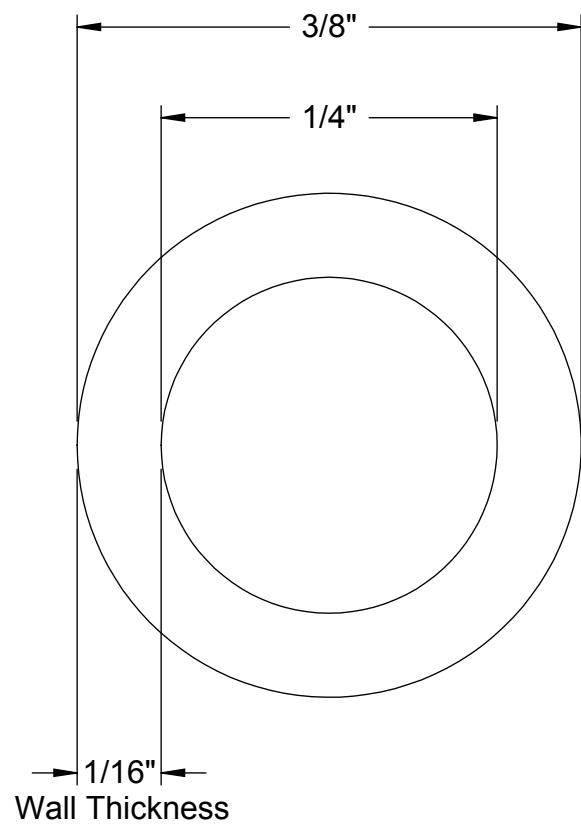
© 2013 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**5463K187**

Durable Nylon Tight-Seal  
Barbed Tee



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

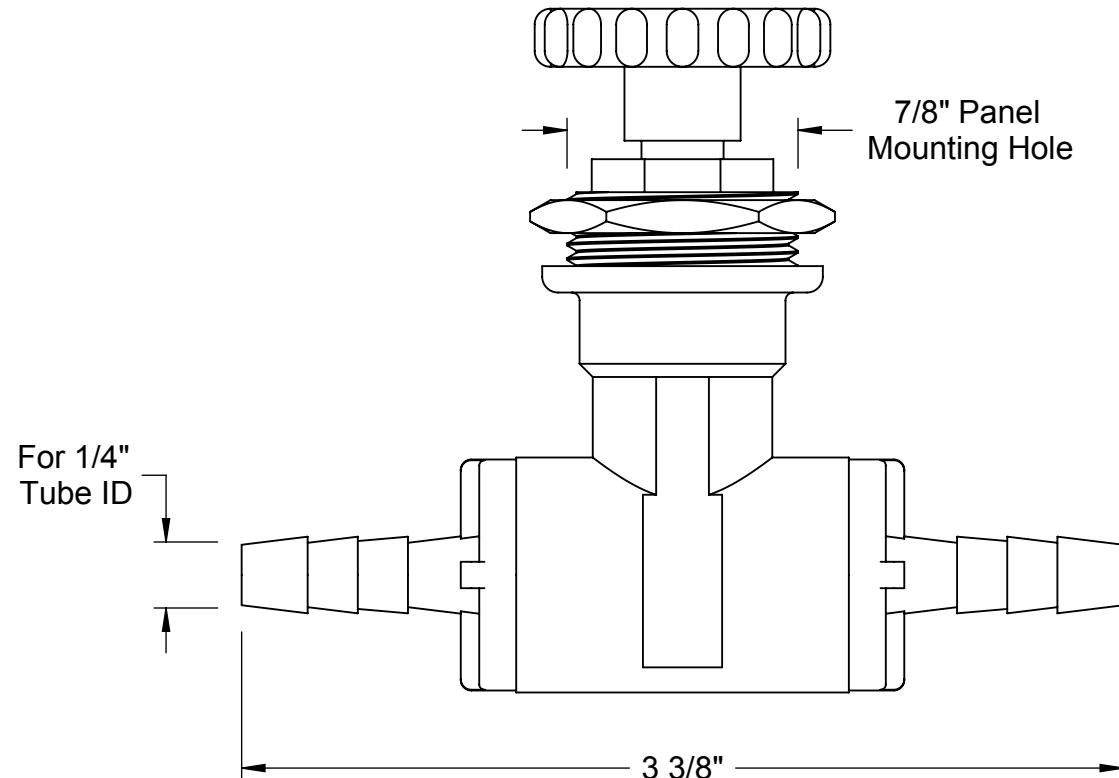
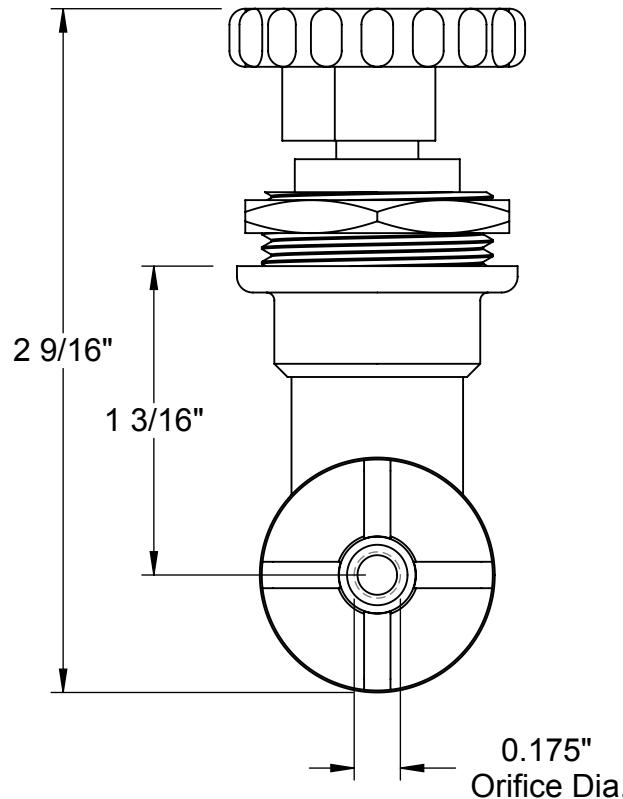
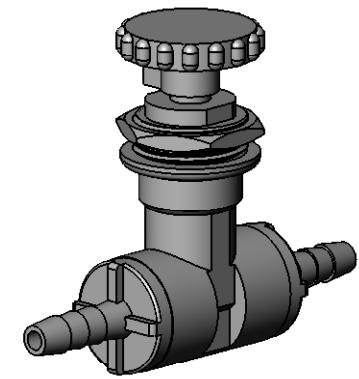
© 2017 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**6546T13**

Tygon PVC Tubing  
for Food, Beverage, and Dairy



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

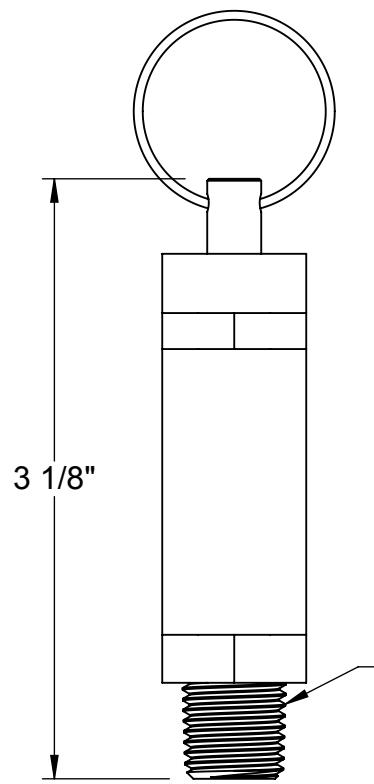
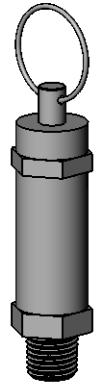
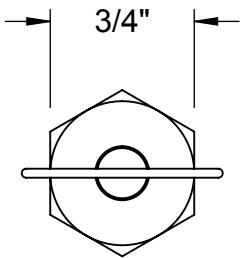
© 2015 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**7781K31**

Compact Plastic  
Needle Valve



1/4 NPT Pipe Size,  
18 Threads Per Inch,  
0.40" Thread Engagement

**McMASTER-CARR** CAD

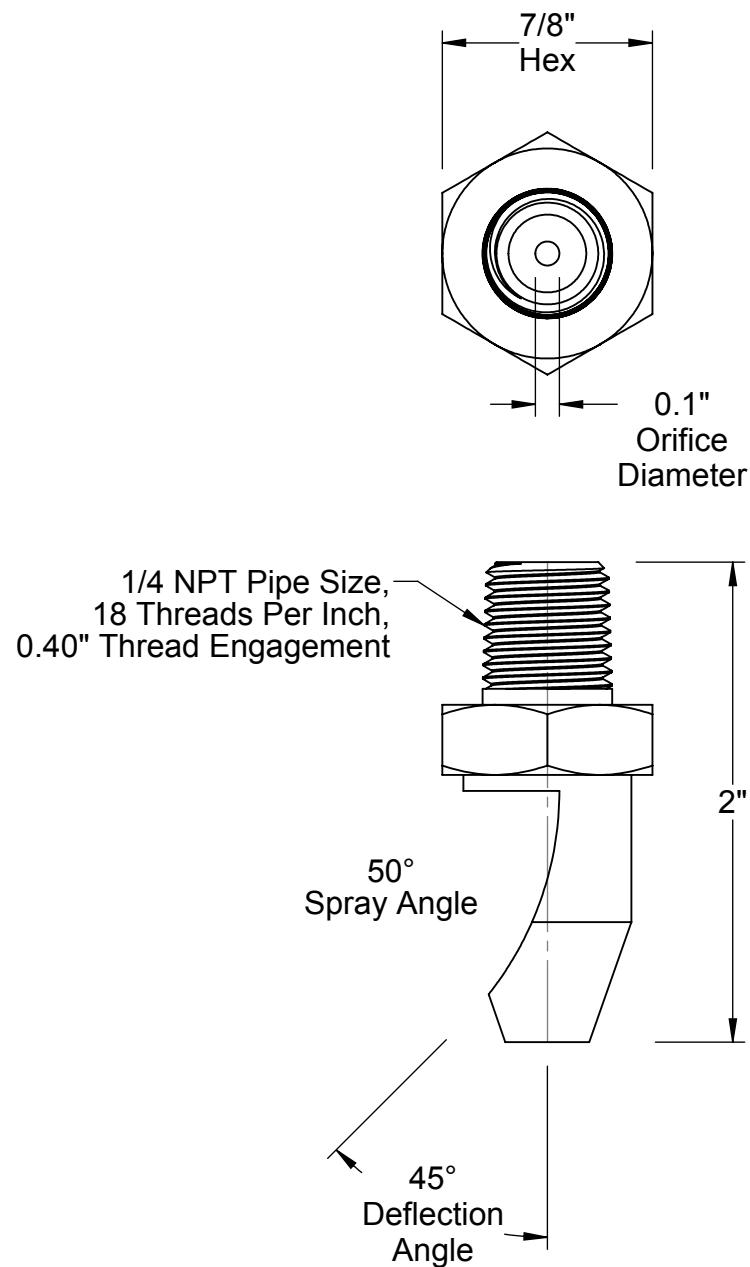
<http://www.mcmaster.com>

© 2016 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART NUMBER **9889K125**

ASME-Code Brass  
Pop-Safety Valve with Test Ring



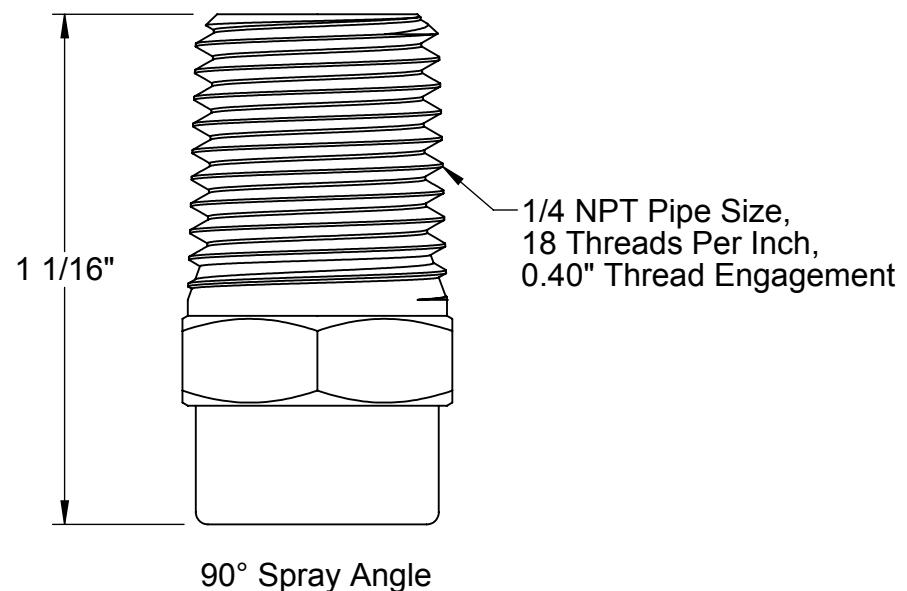
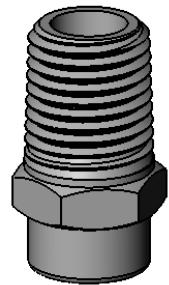
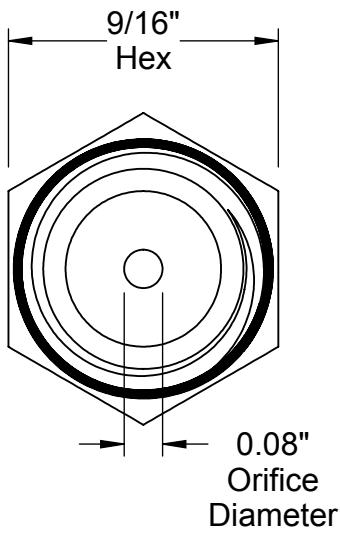
**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>  
© 2019 McMaster-Carr Supply Company  
Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**32535K22**

High-Impact Deflected  
Flat Spray Nozzle



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

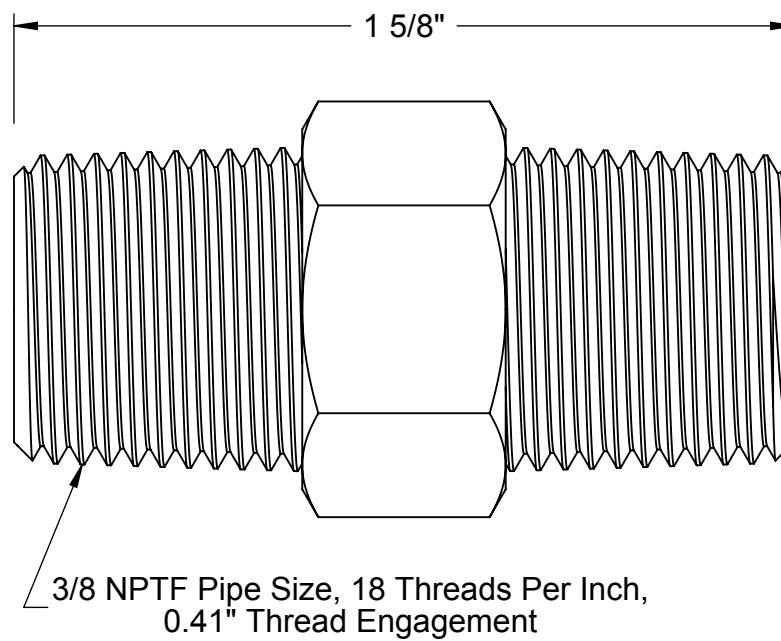
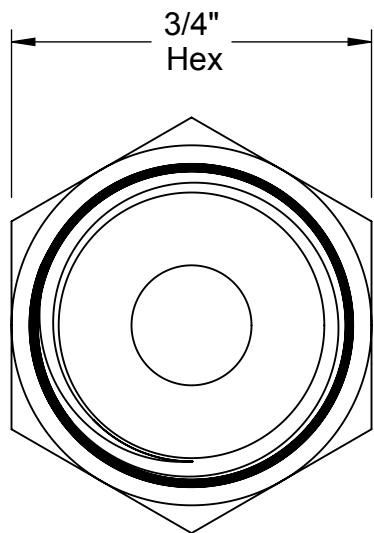
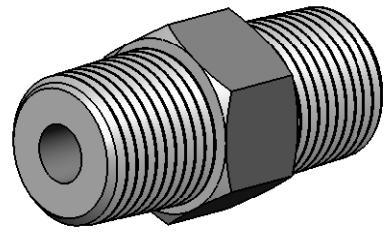
© 2019 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**32885K119**

Full-Cone  
Spray Nozzle



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

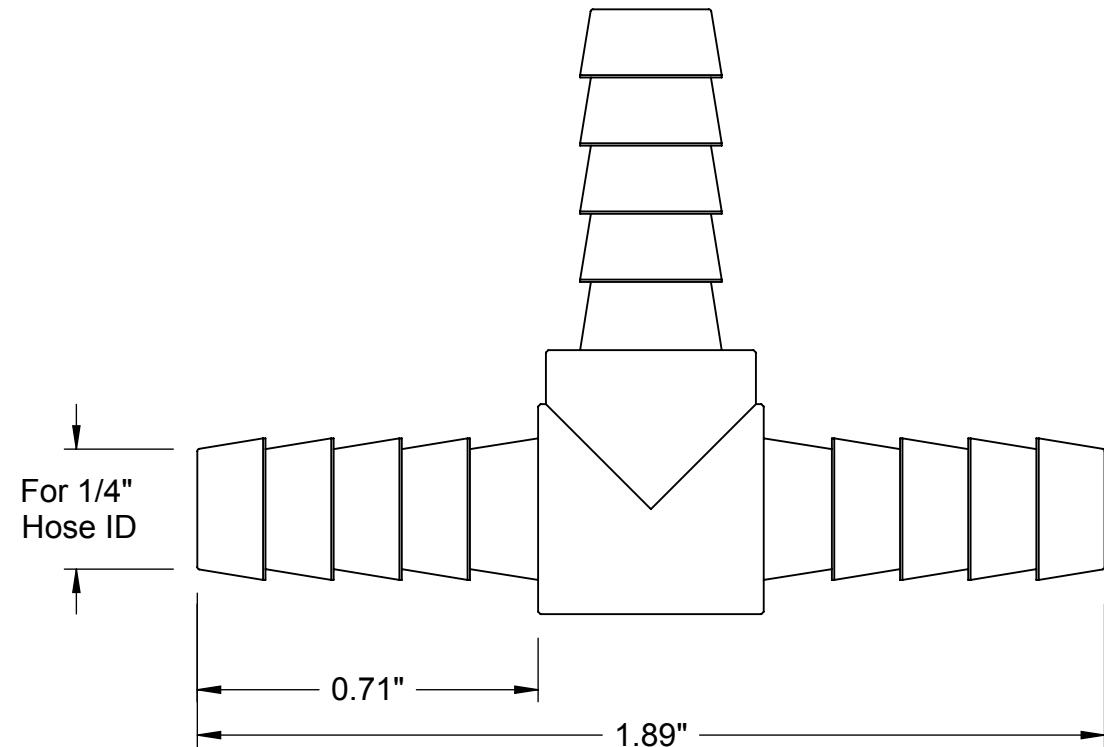
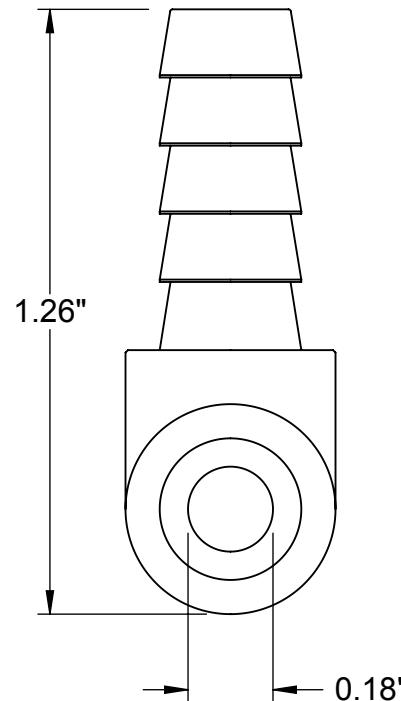
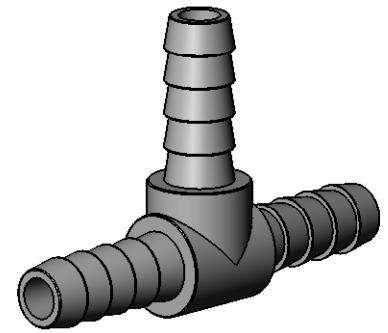
© 2015 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**46105K78**

High-Pressure  
Compact Check Valve



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

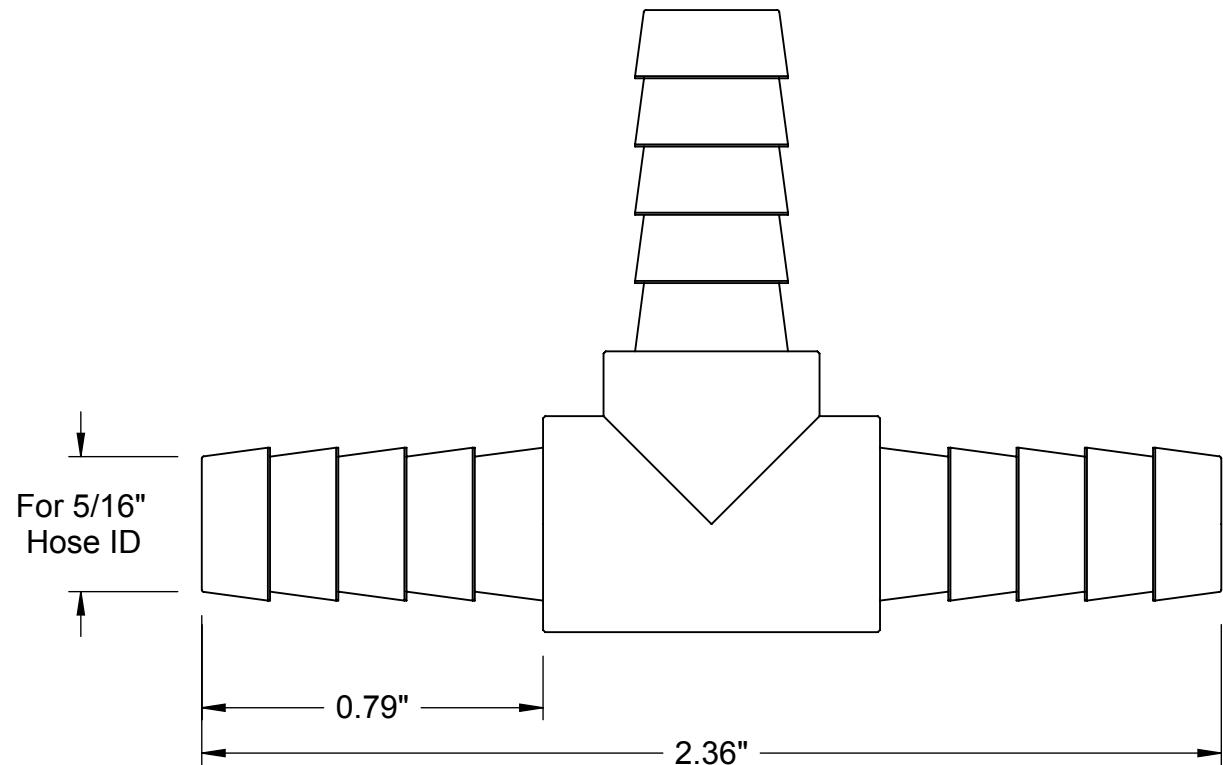
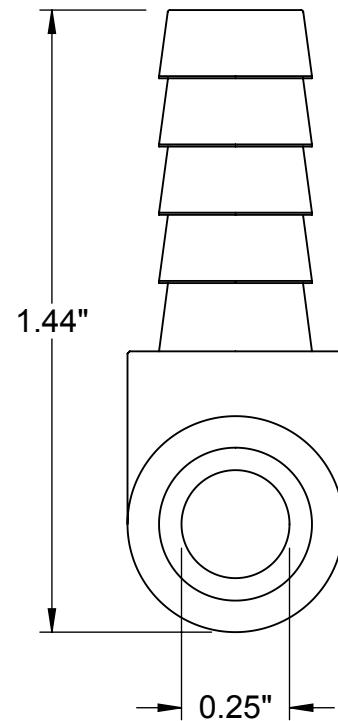
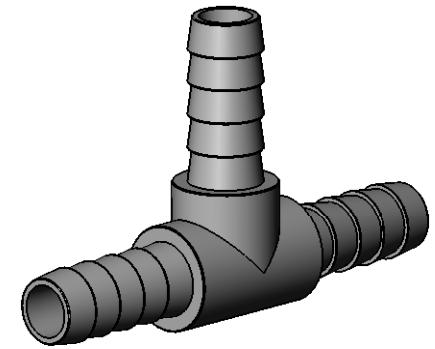
© 2015 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**91355K47**

Brass Barbed Hose  
Tee



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>

© 2015 McMaster-Carr Supply Company

Information in this drawing is provided for reference only.

PART  
NUMBER

**91355K52**

Brass Barbed Hose  
Tee

# 78 Series Electromechanical Relay Specifications

78 Series Relay Specification Table																							
Part Numbers				781-1C-12D	781-1C-12A	781-1C-24D	781-1C-24A	781-1C-120A	781-1C-240A	782-2C-12D	782-2C-12A	782-2C-24D	782-2C-24A	782-2C-120A	782-2C-240A								
<b>General Specifications</b>																							
<b>*Service Life: Mechanical / Electrical Operations</b>				Mechanical: 10,000,000 operations unpowered Electrical: 100,000 operations @ rated resistive load																			
<b>Operating Temperature</b>				-40°C to 55°C (-40°F to 131°F)																			
<b>Response Time</b>				20ms																			
<b>Vibration Resistance</b>				± 1mm (10-35 Hz) and 3gn (35-50Hz)																			
<b>Shock Resistance</b>				15gn																			
<b>Weight</b>				26g (0.92 oz)				36g (1.27 oz)															
<b>**Agency Approvals and Standards</b>				UL Recognized File E191059, CE, CSA																			
<b>Environmental Protection</b>				IP40																			
<b>NEMA B300 Pilot Duty Rated</b>				Yes																			
<b>Coil Specifications</b>																							
<b>Standard</b>				Mechanical flag indicator, LED Indicator, lockable push to test button																			
<b>Coil Input Voltage</b>				12VDC	12VAC	24VDC	24VAC	120VAC	240VAC	12VDC	12VAC	24VDC	24VAC	120VAC	240VAC								
<b>Coil Resistance</b>				115Ω	44Ω	450Ω	177Ω	4.43kΩ	17.72kΩ	177Ω	44Ω	640Ω	177Ω	4.43 kΩ	17.72 kΩ								
<b>Power Consumption</b>				1.4 W DC, 1.9 W AC					1.15 W DC, 1.4 W AC														
<b>Dropout Voltage (% of nominal voltage or more)</b>				10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%										
<b>Pull-in Voltage (% of nominal voltage or less)</b>				85%	85%	85%	85%	80%	85%	80%	85%	80%	85%										
<b>Max. Voltage (Max. continuous voltage)</b>				110% of the rated coil voltage																			
<b>Contact Specifications</b>																							
<b>Contact Type</b>				SPDT				DPDT															
<b>Contact Material</b>				Silver alloy, gold flashed																			
<b>Minimum Switching Requirement</b>				10mA @ 17VDC																			
<b>Max. Contact Rating</b>				Refer to Contact Ratings charts.																			
<b>Dielectric Strength Between Contacts</b>				Between coil contact: 2000V rms; Between poles 2000V rms; Between contacts 1500V rms																			

\*Note: These devices are rated for 1,000 cycles when used in a motor application. (Per Table 45.1, UL 508).

\*\*Note: UL listed when used with sockets 781-1C-SKT, 782-2C-SKT, 783-3C-SKT, 784-4C-SKT, or 784-4C-SKT-1.

Current limited to rating of relay or socket, whichever is less.

NEMA Mechanical Switching Ratings and Test Values for AC Control Circuit Contacts													
Contact Rating Designation	Thermal Continuous Test Current (A)	Maximum AC Current, 50/60Hz (A)								Voltamperes			
		120 Volts		240 Volts		480 Volts		600 Volts					
		Make	Break	Make	Break	Make	Break	Make	Break	Make	Break	Make	
B300	5	30	3.00	15	1.50	---	---	---	---	3600	360		

This chart is provided as a guideline only, and the ratings and values are not guaranteed to be accurate. It is the users' responsibility to properly size their control circuit devices. The chart values are from NEMA Standard ICS 5-2000, Table 1-4-1.

781 Series Contact Ratings (current)				
Resistive			*Motor Load	
Voltage	Nominal	UL	CSA	UL
28VDC	15A	15A	12A	---
120VAC	15A	15A	15A	1/2Hp
277VAC	15A	12A	12A	1Hp

782 Series Contact Ratings (current)				
Resistive			*Motor Load	
Voltage	Nominal	UL	CSA	UL
28VDC	15A	15A	12A	---
120VAC	15A	15A	15A	1/2Hp
277VAC	15A	12A	12A	1Hp

# 78 Series Electromechanical Relay Specifications

78 Series Relay Specification Table																		
Part Numbers				783-3C-12D	783-3C-12A	783-3C-24D	783-3C-24A	783-3C-120A	783-3C-240A	784-4C-12D	784-4C-12A	784-4C-24D	784-4C-24A	784-4C-240A				
General Specifications																		
<b>*Service Life: Mechanical / Electrical Operations</b>				Mechanical: 10,000,000 operations unpowered Electrical: 100,000 operations @ rated resistive load														
<b>Operating Temperature</b>				-40°C to 55°C (-40°F to 131°F)														
<b>Response Time</b>				20ms														
<b>Vibration Resistance</b>				± 1mm (10-35 Hz) and 3gn (35-100 Hz)														
<b>Shock Resistance</b>				15gn														
<b>Weight</b>				60g (2.12 oz)						80g (2.82 oz)								
<b>**Agency Approvals and Standards</b>				UL Recognized File E191059, CE, CSA														
<b>Environmental Protection</b>				IP40														
<b>NEMA B300 Pilot Duty Rated</b>				Yes														
Coil Specifications																		
<b>Standard</b>				Mechanical flag indicator, LED Indicator, lockable push to test button														
<b>Coil Input Voltage</b>				12VDC	12VAC	24VDC	24VAC	120VAC	240VAC	12VDC	12VAC	24VDC	24VAC	120VAC	240VAC			
<b>Coil Resistance</b>				80Ω	30Ω	320Ω	110Ω	2.88 kΩ	11.3 kΩ	76Ω	20Ω	303Ω	80Ω	2.1 kΩ	8kΩ			
<b>Power Consumption</b>				1.85 W DC, 2.05 W AC				1.5 W DC, 1.5 W AC										
<b>Dropout Voltage (% of nominal voltage or more)</b>				10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%							
<b>Pull-in Voltage (% of nominal voltage or less)</b>				80%	85%	80%	85%	80%	85%	80%	85%							
<b>Max. Voltage (Max. continuous voltage)</b>				110% of the rated coil voltage														
Contact Specifications																		
<b>Contact Type</b>				3PDT				4PDT										
<b>Contact Material</b>				Silver alloy, gold flashed														
<b>Minimum Switching Requirement</b>				10mA @ 17VDC														
<b>Max. Contact Rating</b>				Refer to Contact Ratings charts.														
<b>Dielectric Strength Between Contacts</b>				Between coil and contacts: 2000V rms; Between poles: 2000V rms; Between contacts: 1500V rms														

**\*Note:** These devices are rated for 1,000 cycles when used in a motor application. (Per Table 45.1, UL 508).

**\*\*Note:** UL listed when used with sockets 781-1C-SKT, 782-2C-SKT, 783-3C-SKT, 784-4C-SKT, or 784-4C-SKT-1. Current limited to rating of relay or socket, whichever is less.

783 Series Contact Ratings (current)				
Resistive				*Motor Load
Voltage	Nominal	UL	CSA	UL
28VDC	15A	15A	15A @ 28VDC 30A max total	—
120VAC	15A	—	15A	1/2 hp
277VAC	15A	15A	15A @ 150VAC 30A max total	1hp 2hp max total

784 Series Contact Ratings (current)				
Resistive				*Motor Load
Voltage	Nominal	UL	CSA	UL
28VDC	15A	15A	15A @ 28VDC 30A max total	—
120VAC	15A	—	15A	1/2hp
277VAC	15A	15A	15A @ 150VAC 30A max total	1hp 2hp max total

**\*Note:** These devices are rated for 1,000 cycles when applied to a motor application. (Per Table 46.1, UL 508)

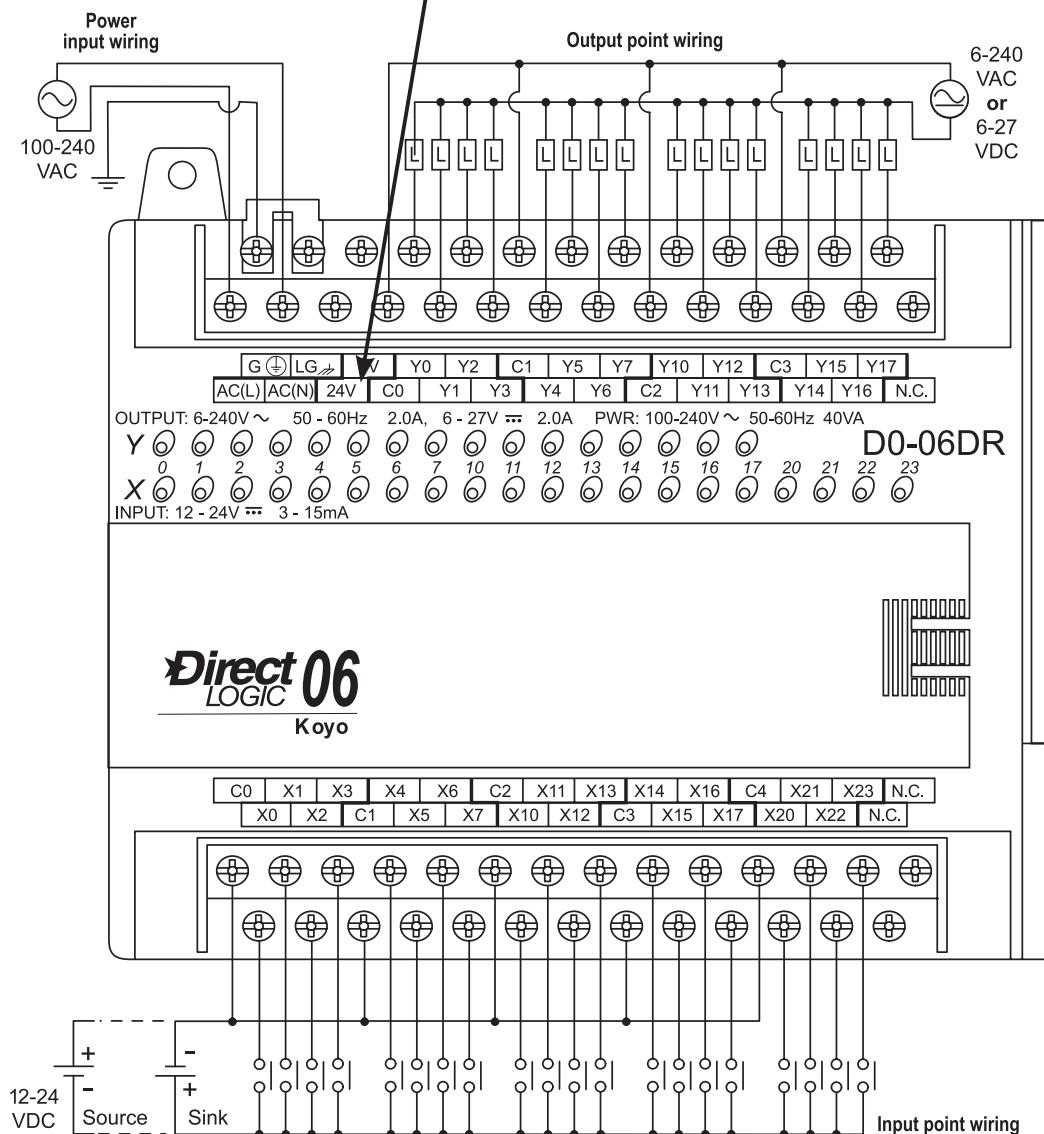
# DL06 I/O Specifications

D0-06DR \$276.00

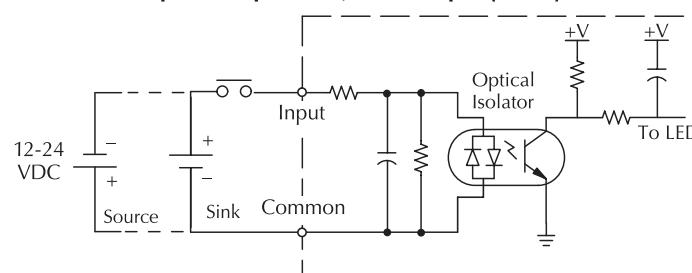
## Wiring diagram and specifications

DO-06DR Specifications	
AC Power Supply Specifications	<b>Voltage Range</b> 100–240 VAC/50–60 Hz, 40VA maximum
	<b>Number of Input Pts.</b> 20 (sink/source)
	<b>Number of Commons</b> 5 (isolated)
	<b>Input Voltage Range</b> 12–24 VDC
	<b>Input Impedance</b> (X0-X3) 1.8K @ 12–24 VDC (X4-X23) 2.8K @ 12–24 VDC
	<b>On Current/Voltage Level</b> >5mA/10VDC
	<b>OFF Current/Voltage Level</b> <0.5 mA/2VDC
	<b>Response Time</b> X0-X3 X4-X23
	<b>OFF to ON Response</b> <100µs <8ms
	<b>ON to OFF Response</b> <100µs <8ms
DC Input Specifications	<b>Fuses</b> None
	<b>Number of Output Points</b> 16
	<b>Number of Commons</b> 4 (isolated)
	<b>Output Voltage Range</b> 6–240 VAC, 47–63 Hz 6–27 VDC
	<b>Maximum Voltage</b> 264VAC,30VDC
	<b>Maximum Current</b> 2A/point 6A/common
	<b>Maximum Leakage Current</b> 0.1 mA @ 246VAC
	<b>Smallest Recommended Load</b> 5mA @ 5VDC
	<b>OFF to ON Response</b> <15ms
	<b>ON to OFF Response</b> <10ms
Relay Output Specifications	<b>Status Indicators</b> Logic side
	<b>Fuses</b> None (external recommended)

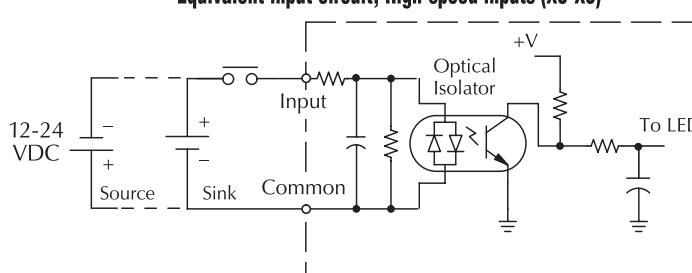
Note: Refer to Power Budgeting for Auxillary 24VDC current available.



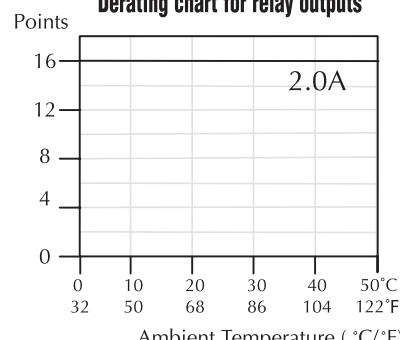
Equivalent input circuit, Standard inputs (X4-X23)



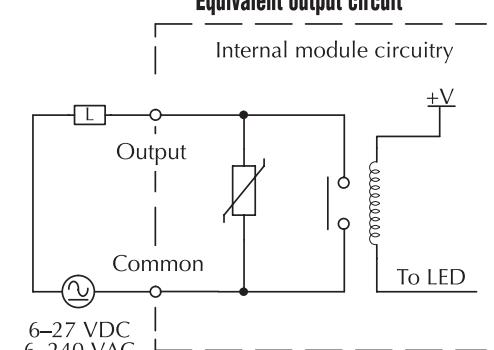
Equivalent input circuit, High-speed inputs (X0-X3)



Derating chart for relay outputs



Equivalent output circuit



Typical Relay Life (Operations) at Room Temperature		
Voltage and Type of Load	Load Current	
	At 1A	At 2A
24 VDC Resistive	500K	250K
24 VDC Inductive	100K	50K
110 VAC Resistive	500K	250K
110 VAC Inductive	200K	100K
220 VAC Resistive	350K	200K
220 VAC Inductive	100K	50K

# Features at a Glance

The DL05 and DL06 micro PLCs are complete self-contained systems. The CPU, power supply, and I/O are all included inside the same housing. Option modules are available to expand the capability of each PLC family for more demanding applications. The standard features of these PLCs are extraordinary and compare favorably with larger and more expensive PLCs.

The specification tables to the right are meant for quick reference only. Detailed specifications and wiring information for each model of the DL05 and DL06 PLCs can be found in those specific sections.

## Program capacity

Most boolean ladder instructions require a single word of program memory. Other instructions, such as timers, counters, etc., require two or more words. Data is stored in V-memory in 16-bit registers.

## Performance

The performance characteristics shown in the tables represent the amount of time required to read the inputs, solve the Relay Ladder Logic program and update the outputs.

## Instructions

A complete list of instructions is available at the end of this section.

## Communications

The DL05 and DL06 offer powerful communication features normally found only on more expensive PLCs.

## Special features

The DC input and DC output PLCs offer high-speed counting or pulse output. Option module slots allow for discrete I/O expansion, analog I/O, or additional communication options.

DL05 CPU Specifications		DL06 CPU Specifications	
<b>System capacity</b>		<b>System capacity</b>	
Total memory available (words).....	6K	Total memory available (words).....	14.8K
Ladder memory (words).....	2048	Ladder memory (words).....	7680
V-memory (words).....	4096	V-memory (words).....	7616
User V-memory.....	3968	User V-memory.....	7488
Non-volatile user V-memory.....	128	Non-volatile user V-memory.....	128
Battery backup.....	Yes <sup>1</sup>	Built-in battery backup (D2-BAT-1).....	Yes
Total built-in I/O.....	14	Total I/O.....	36
Inputs.....	8	Inputs.....	20
Outputs.....	6	Outputs.....	16
I/O expansion.....	Yes <sup>1</sup>	I/O expansion.....	Yes <sup>1</sup>
<b>Performance</b>		<b>Performance</b>	
Contact execution (Boolean).....	0.7 $\mu$ s	Contact execution (Boolean).....	0.6 $\mu$ s
Typical scan (1K Boolean) <sup>2</sup> .....	1.5-3 ms.	Typical scan (1K Boolean) <sup>2</sup> .....	1-2 ms.
<b>Instructions and diagnostics</b>		<b>Instructions and diagnostics</b>	
RLL ladder style.....	Yes	RLL ladder style.....	Yes
RLLPLUS/flowchart style (Stages).....	Yes/256	RLLPLUS/flowchart style (Stages).....	Yes/1024
Run-time editing.....	Yes	Run-time editing.....	Yes
Supports Overrides.....	Yes	Supports Overrides.....	Yes
Scan.....	Variable/fixed	Scan.....	Variable/fixed
Number of Instructions.....	133	Number of Instructions.....	229
Types of Instructions:		Types of Instructions:	
Control relays.....	512	Control relays.....	1024
Timers.....	128	Timers.....	256
Counters.....	128	Counters.....	128
Immediate I/O.....	Yes	Immediate I/O.....	Yes
Subroutines.....	Yes	Subroutines.....	Yes
For/next loops.....	Yes	For/next loops.....	Yes
Table functions.....	Yes	Table functions.....	Yes
Timed interrupt.....	Yes	Timed interrupt.....	Yes
Integer math.....	Yes	Integer math.....	Yes
Floating-point math.....	No	Trigonometric functions.....	Yes
PID.....	Yes	Floating-point math.....	Yes
Drum sequencers.....	Yes	PID.....	Yes
Bit of word.....	Yes	Drum sequencers.....	Yes
ASCII print.....	Yes	Bit of word.....	Yes
Real-time clock/calendar.....	Yes <sup>1</sup>	Number type conversion.....	Yes
Internal diagnostics.....	Yes	ASCII in, out, print.....	Yes
Password security.....	Yes	LCD instruction.....	Yes
System and user error log.....	No	Real-time clock/calendar.....	Yes
<b>Communications</b>		<b>Communications</b>	
Built-in ports.....	Two RS-232C	Built-in ports.....	One RS-232C
Protocols supported:		Protocols supported:	
K-sequence (proprietary protocol).....	Yes	K-sequence (proprietary protocol).....	Yes
DirectNet master/slave.....	Yes	DirectNet master/slave.....	Yes
Modbus RTU master/slave.....	Yes	Modbus RTU master/slave.....	Yes
ASCII out.....	Yes	ASCII in/out.....	Yes
Baud rate		Baud rate	
Port 1.....	9,600 baud (fixed)	Port 1.....	9,600 baud (fixed)
Port 2.....	selectable 300-38,400 baud (default 9,600)	Port 2.....	selectable 300-38,400 baud (default 9,600)
<b>Specialty Features</b>		<b>Specialty Features</b>	
Filtered inputs.....	Yes <sup>3</sup>	Filtered inputs.....	Yes <sup>3</sup>
Interrupt input.....	Yes <sup>3</sup>	Interrupt input.....	Yes <sup>3</sup>
High speed counter.....	Yes, 5kHz <sup>3</sup>	High speed counter.....	Yes, 7kHz <sup>3</sup>
Pulse output.....	Yes, 7kHz <sup>3</sup>	Pulse output.....	Yes, 10kHz <sup>3</sup>
Pulse catch input.....	Yes <sup>3</sup>	Pulse catch input.....	Yes <sup>3</sup>
1- These features are available with use of certain option modules. Option module specifications are located later in this section.		1- These features are available with use of certain option module. Option module specifications are located later in this section.	
2- Our 1K program includes contacts, coils, and scan overhead. If you compare our products to others, make sure you include their scan overhead.		2- Our 1K program includes contacts, coils, and scan overhead. If you compare our products to others, make sure you include their scan overhead.	
3- Input features only available on units with DC inputs and output features only available on units with DC outputs.		3- Input features only available on units with DC inputs and output features only available on units with DC outputs.	

# Ports, Status Indicators, and Modes

## Port 1

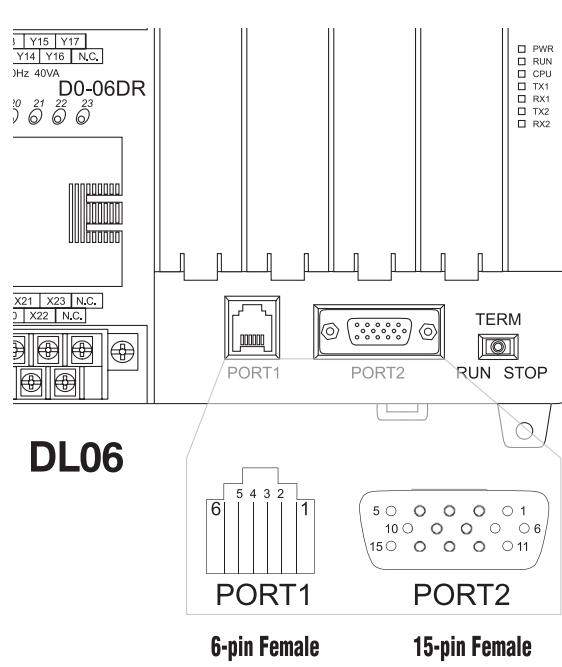
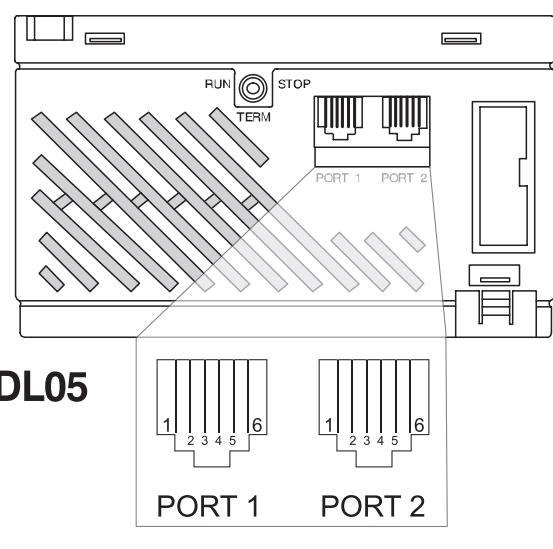
Port 1 is a 6-pin, fixed configuration port and has the same pin assignments on the DL05 and the DL06. Please refer to the table and diagrams on this page. This port can be used to connect to an HPP, *DirectSOFT*, an operator interface, or other external device. Features include:

- 9600 baud
- 8 data bits
- Odd parity
- 1 start bit, 1 stop bit
- Station address of 1
- Asynchronous, half-duplex, DTE

Protocols supported (as slave):

- K sequence, *DirectNET*, Modbus RTU

DL05 & DL06 Port 1 Pin Descriptions		
1	0V	Power (-) connection (GND)
2	5V	Power (+) connection
3	RXD	Receive data (RS-232C)
4	TXD	Transmit data (RS-232C)
5	5V	Power (+) connection
6	0V	Power (-) connection (GND)



## Port 2

Port 2 is a configurable port on both the DL05 and the DL06 PLCs. The DL05 PLC uses a 6-pin modular connector and offers RS-232 communications only. The DL06 PLC uses a 15-pin HD-sub connector and offers RS-232, RS-422, or RS-485 communications. Please refer to the table and diagrams on this page for more information. This port can be used to connect to an HPP, *DirectSOFT*, an operator interface, or other external device. Features of port 2 include:

- 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 (default), 19,200, 38,400 baud
- 8 data bits
- Odd (default), even, or no parity
- 1 start bit, 1 stop bit
- Station address:
- 1 (default)
- 1-90 DirectNET, K sequence
- 1-247 Modbus RTU
- Asynchronous, half-duplex, DTE

Protocols supported:

- K sequence (slave), *DirectNET* (master/slave), Modbus (master/slave)

DL05 Port 2 Pin Descriptions		
1	0V	Power (-) connection (GND)
2	5V	Power (+) connection
3	RXD	Receive data (RS-232C)
4	TXD	Transmit data (RS-232C)
5	RTS	Ready to send
6	0V	Power (-) connection (GND)

DL06 Port 2 Pin Descriptions		
1	5V	Power (+) connection
2	TXD	Transmit data (RS-232C)
3	RXD	Receive data (RS-232C)
4	RTS	Ready to send (RS232C)
5	CTS	Clear to send (RS232C)
6	RXD-	Receive data (-) (RS-422/485)
7	0V	Power (-) connection (GND)
8	0V	Power (-) connection (GND)
9	TXD+	Transmit data (+) (RS-422/485)
10	TXD-	Transmit data (-) (RS-422/485)
11	RTS+	Ready to send (+) (RS-422/485)
12	RTS-	Ready to send (-) (RS-422/485)
13	RXD+	Receive data (+) (RS-422/485)
14	CTS+	Clear to send (+) (RS-422/485)
15	CTS-	Clear to send (-) (RS-422/485)

## DL05 and DL06 status indicators

Status Indicators		
Indicator	Status	Meaning
PWR	ON	Power good
	OFF	Power failure
RUN	ON	CPU is in Run Mode
	OFF	CPU is in Stop or Program Mode
CPU	ON	CPU self diagnostics error
	OFF	CPU self diagnostics good
TX1	ON	Data is being transmitted by the CPU-Port 1
	OFF	No data is being transmitted by the CPU-Port 1
RX1	ON	Data is being received by the CPU-Port 1
	OFF	No data is being received by the CPU-Port 1
TX2	ON	Data is being transmitted by the CPU-Port 2
	OFF	No data is being transmitted by the CPU-Port 2
RX2	ON	Data is being received by the CPU-Port 2
	OFF	No data is being received by the CPU-Port 2

## DL05 and DL06 mode switches

Mode Switch Position	CPU Action
<b>RUN (Run Program)</b>	CPU is forced into the RUN mode if no errors are encountered. No program changes are allowed by the programming/monitoring device.
<b>TERM (Terminal)</b>	RUN PROGRAM and the TEST modes are available. Mode and program changes are allowed by the programming/monitoring device.
<b>STOP</b>	CPU is forced into the STOP mode. No changes are allowed by the programming/monitoring device.

**Use the optional low profile 15-pin adapter to make option module wiring easier.**



# C-more Selection Guide & Specifications

Specification	Model	6" TFT color w/ base features	6" TFT color w/ full features	7" TFT color w/ base features	7" TFT color w/ full features
<b>Part Number</b>		EA9-T6CL-R	EA9-T6CL	EA9-T7CL-R	EA9-T7CL
<b>Price</b>		\$506.00	\$709.00	\$472.00	\$548.00
<b>Display Actual Size and Type</b>		5.7" TFT color		7.0" TFT color	
<b>Display Viewing Area</b>		4.54" x 3.40" [115.2 mm x 86.4 mm]		6.00" x 3.60" [152.4 mm x 91.4 mm]	
<b>Weight</b>		1.56 lb [710g]	1.59 lb [720g]	1.46 lb [660g]	1.48 lb [670g]
<b>Screen Pixel</b>		320 x 240 (QVGA)		800 x 480 (WVGA)	
<b>Display Brightness</b>		280 nits (typ)		350 nits (typ)	
<b>LCD Panel Dot Pitch</b>		0.18 mm x 0.18 mm		0.190 mm x 0.190 mm	
<b>Color Scale</b>		65,536 colors			
<b>Backlight Average Lifetime*</b>			50,000 hours @ 25°C		
<b>Touch Panel Type**</b>			Four-wire analog resistive, single touch		
<b>Project Memory</b>			26MB		
<b>Number of Screens</b>		Up to 999 screens – limited by project memory			
<b>Realtime Clock</b>			Realtime Clock Built into panel, backed up for 30 days at 25°C		
<b>Calendar - Month / Day / Year</b>			Yes - monthly deviation 60 sec (Reference)		
<b>Serial Port 1</b>			15-pin D-sub female - RS232C, RS-422/485		
<b>Serial Port 2</b>		N/A	3-wire terminal block - RS-485	N/A	3-wire terminal block - RS-485
<b>Serial Port 3</b>		N/A	RJ-12 modular jack - RS-232C	N/A	RJ-12 modular jack - RS-232C
<b>USB Port - Type B</b>			USB 2.0 High speed (480 Mbps) Type B - Download/Program		
<b>USB Port - Type A</b>			USB 2.0 High speed (480 Mbps) Type A -for USB device options		
<b>Ethernet Port</b>		N/A		Ethernet Port Ethernet 10/100 Base-T, auto MDI/MDI-X	
<b>Audio Line Out</b>		N/A	3.5 mm mini jack – requires amplifier and speaker(s)	N/A	3.5 mm mini jack – requires amplifier and speaker(s)
<b>Mic In (Future)</b>		N/A	3.5 mm mini jack	N/A	3.5 mm mini jack
<b>SD Card Slot</b>			1 slot supports max 2 GB (SD,) max 32 GB (SDHC)		
<b>HDMI Video Out</b>			N/A		
<b>HDMI Supported Resolution</b>			N/A		
<b>Supply Power</b>		10.2-26.4 VDC Class 2 or SELV (Safety Extra-Low Voltage) Circuit or Limited Energy Circuit (LEC), or use the AC/DC Power Adapter, EA-AC, to power the touch panel from a 100-240 VAC, 50/60 Hz power source. Reverse Polarity Protected			
<b>Power Consumption</b>			16.0 W 1.30 A @ 12VDC 0.66 A @ 24VDC		
<b>Internal Fuse (non-replaceable)</b>			4.0 A		
<b>Altitude</b>			Up to 2000m (6562 ft)		
<b>Operating Temperature</b>		0 to 50 °C (32 to 122 °F) Maximum surrounding air temperature rating: 50°C (122°F) IEC 60068-2-14 (Test Nb, Thermal Shock)			
<b>Storage Temperature</b>			-20 to +60°C (-4 to +140 °F) IEC 60068-2-1 (Test Ab, Cold), IEC 60068-2-2 (Test Bb, Dry Heat) IEC 60068-2-14 (Test Na, Thermal Shock)		
<b>Humidity</b>			5-95% RH (non-condensing)		
<b>Environment</b>		For use in Pollution Degree 2 environment, no corrosive gases permitted			
<b>Noise Immunity</b>		(EN61131-2), EN61000-4-2 (ESD), EN61000-4-3 (RFI), EN61000-4-4 (FTB), EN61000-4-5 (Serge), EN61000-4-6 (Conducted) EN61000-4-8 (Power frequency magnetic field immunity) (Local Test) RFI, (145MHz, 440Mhz 10W @ 10cm), Impulse 1000V @ 1µs pulse			
<b>Withstand Voltage</b>			1000 VAC, 1 min. (FG to Power supply )		
<b>Insulation Resistance</b>			>10M ohm @ 500VDC (FG to Power supply )		
<b>Vibration</b>			IEC60068-2-6 (Test Fc)		
<b>Shock</b>			IEC60068-2-27 (Test Ea)		
<b>Emission</b>			EN55011 Class A (Radiated RF emission)		
<b>Enclosure</b>		NEMA 250 type 4/4X indoor use only UL50 type 4X indoor use only IP-65 indoor use only (When mounted correctly)		NEMA 250 type 4/4X indoor use only UL50 type 4X indoor use only IP-65 (not tested by UL) (When mounted correctly)	
<b>Agency Approvals</b>		UL508, E157382 CE (EN61131-2), RoHS (2011/65/EU) CUL Canadian C22.2		UL61010, E157382 CE (EN61131-2), RoHS (2011/65/EU) CUL Canadian C22.2	

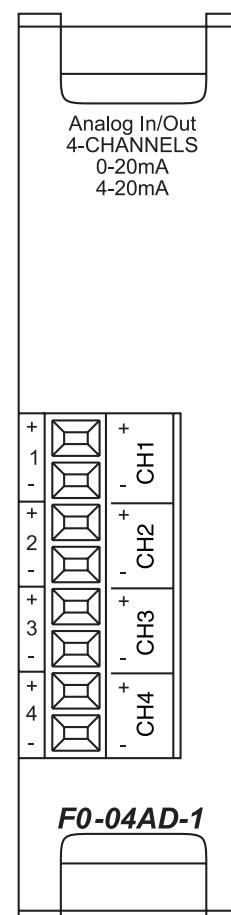
**NOTES:** \*The backlight average lifetime is defined as the average usage time it takes before the brightness becomes 50% of the initial brightness. The lifetime of the backlight depends on the ambient temperature. The lifetime will decrease under low or high temperature usage.  
\*\*The touchscreen is designed to respond to a single touch. If it is touched at multiple points at the same time, an unexpected object may be activated.

# DL05/06 Option Modules

**F0-04AD-1**      **\$84.00**

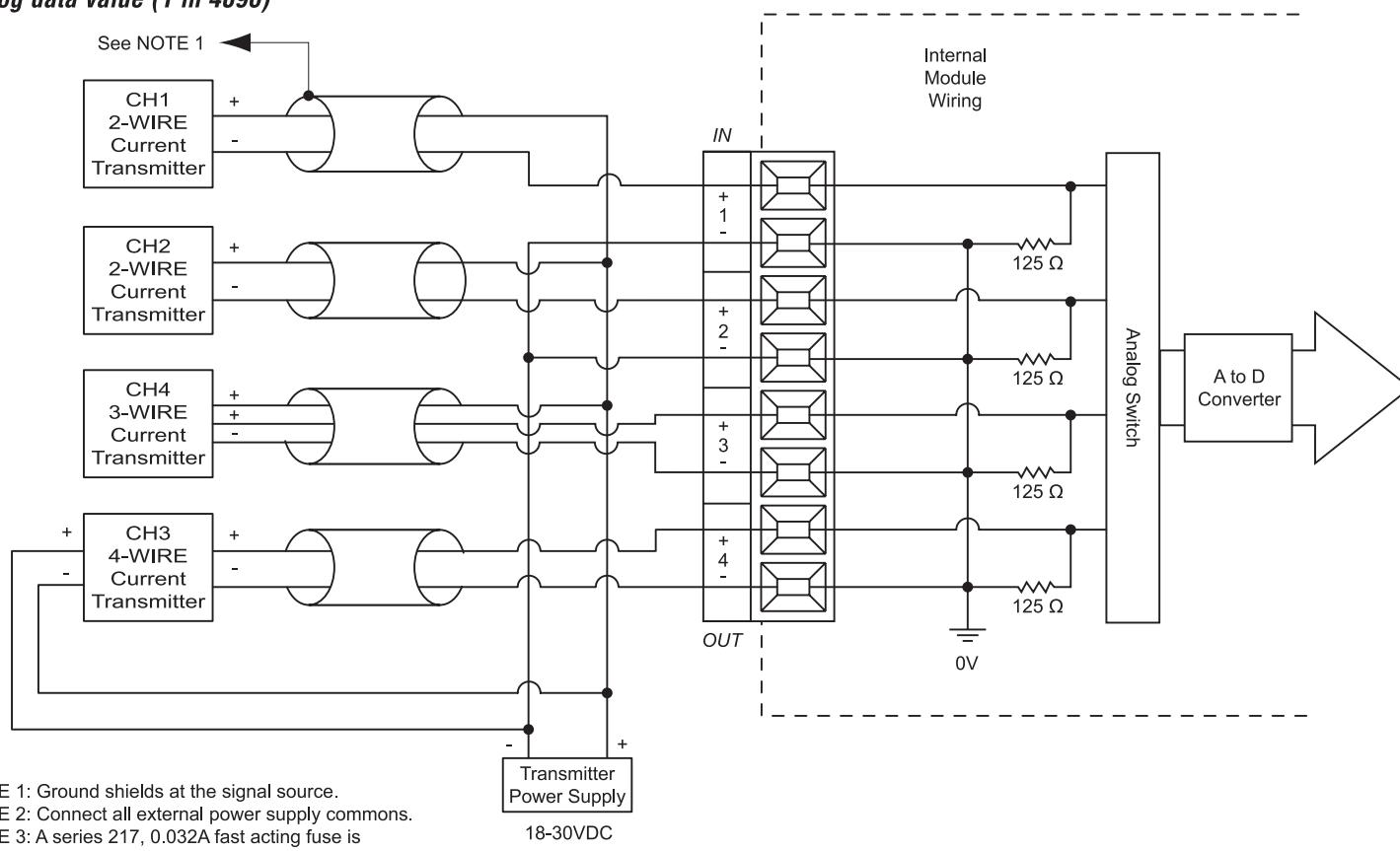
## 4-channel analog current input module

F0-04AD-1 Input Specifications	
<b>Number of Channels</b>	4, single ended (one common)
<b>Input Range</b>	0 to 20mA or 4 to 20mA (jumper selectable)
<b>Resolution</b>	12 bit (1 in 4096)
<b>Step Response</b>	25.0 ms (typ.) to 95% of full step change
<b>Crosstalk</b>	1/2 count max (-80db)*
<b>Active Low-pass Filtering</b>	-3dB at 40Hz (-12dB per octave)
<b>Input Impedance</b>	125Ω ±0.1%, 1/8 watt
<b>Absolute Max Ratings</b>	-30mA to +30mA, current input
<b>Converter Type</b>	Successive approximation
<b>Linearity Error (end to end)</b>	±2 counts
<b>Input Stability</b>	±1 count*
<b>Full-scale Calibration Error</b>	±10 counts max. @ 20mA*
<b>Offset Calibration Error</b>	±5 counts max. @ 4mA*
<b>Max Inaccuracy</b>	±0.4% at 25°C (77°F) ±0.85% at 0 to 60°C (32 to 140°F)
<b>Accuracy vs. Temperature</b>	±100 ppm/°C typical
<b>Terminal Type (Included)</b>	Removable: F0-IOCON
<b>Recommended Fuse</b>	0.032 A, series 217 fast-acting, current inputs



See Wiring Solutions for part numbers of ZIPLink cables and connection modules compatible with this I/O module.

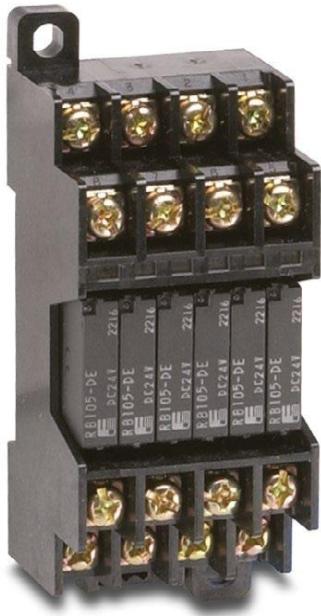
\* One count in the specification table is equal to one least significant bit of the analog data value (1 in 4096)



# RHINO PSV5-15S Power Supply

Technical Specifications	
<b>Input (AC)</b>	
Nominal input voltage / frequency	100-240 VAC / 50-60 Hz
Voltage range	85-264 VAC
Frequency	47-63 Hz
Nominal current	< 0.5 A @ 115VAC, < 0.3 A @ 230VAC
Inrush current limitation (+25°C, cold start)	< 35A @ 115VAC, < 65A @ 230VAC
Mains buffering at nominal load (typ.)	20ms typ. @ 115VAC (100% load) 100ms typ. @ 230VAC (100% load)
Turn-on time	< 3s @ 115VAC, < 1.5 s @ 230VAC (100% load)
Internal fuse	T 3.15 A / 250V (non-replaceable)
Recommended backup protection	10A B- or 6A C- characteristic circuit breaker
Leakage current	< 1mA @ 240VAC
<b>Output (DC)</b>	
Nominal output voltage $U_N$ / tolerance	5VDC ± 2 %
Voltage adjustment range	5-5.5 VDC (maximum power ≤ 15W)
Nominal current	3A
Derating	Refer to Fig. 6 -10°C to -20°C (2%/°C), > 55°C (3.33%/°C) in vertical orientation
Startup with capacitive loads	Max. 3,000µF
Max. power dissipation idling / nominal load approx.	0.3 W / 4 W
Efficiency at 100% load	78.0% typ. @ 115VAC, 79.0% typ. @ 230VAC
PARD (20MHz) at 100% load	< 75 mVpp
<b>General Data</b>	
Type of housing	Plastic (PC), enclosed
LED signals	Green LED DC OK
MTBF	> 350,000 hrs. as per Telcordia
Dimensions (L x W x H)	75mm x 21mm x 89.5 mm [2.95 in x 0.83 in x 3.52 in] (See <a href="http://www.AutomationDirect.com">www.AutomationDirect.com</a> for complete engineering drawings.)
Weight	0.11 kg [3.9 oz]
Connection method	Screw connection
Stripping length	4-5mm [0.16-0.20 in]
Operating temperature (surrounding air temperature)	-20°C to +70°C [-4°F to +158°F] (Refer to Fig. 6)
Storage temperature	-40°C to +85°C [-40°F to +185°F]
Humidity at +25°C, no condensation	5 to 95% RH
Vibration	Operating: IEC60068-2-6, Sine Wave: 10Hz to 500Hz @ 19.6m/s <sup>2</sup> ; displacement of 0.35 mm, 60min per axis for all X, Y, Z directions Non-Operating: IEC60068-2-6, Random: 5Hz to 500Hz (2.09 Grms); 20 min. per axis for all X, Y, Z directions
Shock	Operating: IEC60068-2-27, Half Sine Wave: 10G for a duration of 11ms, shock for 1 direction (X axis) Non-Operating: IEC60068-2-27, Half Sine Wave: 50G for a duration of 11ms, 3 shocks for each 3 directions
Pollution degree	2
Altitude (operating)	2000m
<b>Certification and Standards</b>	
Safety entry low voltage	SELV (EN60950)
Electrical safety (of information technology equipment)	UL/C-UL recognized to UL60950-1 and CSA C22.2 No. 60950-1 (File No. E198298), CB scheme to IEC60950-1, Limited Power Source (LPS)
Industrial control equipment	UL/C-UL listed to UL508 and CSA C22.2 No.107.1-01 (File No. E197592)
Class 2 power supply	UL/C-UL listed to UL508 and CSA C22.2 No.107.1-01 (File No. E197592)
CE	In conformance with EMC directive 2014/30/EU and Low Voltage Directive 2014/35/EU
Component power supply for general use	EN61204-3
Immunity	EN55024, EN61000-6-1, EN61000-6-2 (EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11)
Emission	EN55032, EN55011, EN61000-3-3, EN61000-6-3, EN61000-6-4
  	
RoHS Compliant	Yes
<b>Safety and Protection</b>	
Surge voltage protection against internal surge voltages	No
Isolation voltage: Input / output Input / PE Output / PE	3kVAC 3kVAC 0.5 kVAC
Protection degree	IP20
Safety class	Class I with PE connection

# RS Series Relay Specifications



RS6N-DE

RS series relays are compact, space-saving relay terminal modules containing four or six card relays with one normally open contact each. These relay-and-terminal modules are ideal for interfacing electronic control devices (such as PLCs or photoelectric sensors) with output devices.

RS6N-DE      \$42.50  
RS4N-DE      \$32.00

## Features:

- Compact size of 34 mm wide by 69 mm long, including screw terminals
- Input terminals are located in the upper part and output terminals in the lower part of the module to separate them from each other, making wiring easy
- RB105 plug-in relays and TP04 sockets make maintenance easy
- Built-in coil surge-suppression diodes and operation indicator LEDs simplify circuit design and maintenance
- The module is easily-mounted on a 35 mm DIN rail
- The RS4N module includes two standard accessory jumper plates, which are convenient for common wiring of terminals

RS4N-DE and RS6N-DE Series Card Relay Specifications Table

<b>Contact</b>	1 NO / SPST			
<b>Contact Resistance</b>	30mΩ or less (before use)			
<b>Contact Material</b>	Silver alloy (gold-plated)			
<b>Min. Operating Voltage and Current</b>	0.1 VDC, 1mA			
<b>Rated Thermal Current</b>	5A			
<b>Max. Make/Break Current (Resistive Load)</b>	250VAC, 5A 30VDC, 5A 120VDC, 0.5 A			
<b>Max. Make/Break Current (Pilot Duty)</b>	120VAC, 1A 30VDC, 2A 120VDC, 0.2 A			
<b>Operating Time</b>	10ms or less at rated voltage			
<b>Release Time</b>	10ms or less at rated voltage			
<b>Insulation Resistance</b>	100MΩ (at 500VDC megger)			
<b>Dielectric Strength</b>	<b>Between Contact and Coil</b>	2000VAC 1 minute		
	<b>Between Contacts of Same Pole</b>	750VAC 1 minute		
	<b>Between Contacts of Different Pole</b>	2000VAC 1 minute		
	<b>Between Coils of Different Pole</b>	500VAC 1 minute		
<b>Vibration</b>	<b>Malfunction Durability</b>	10 to 55Hz, 1mm double amplitude		
	<b>Mechanical Durability</b>	10 to 55Hz, 1.5mm double amplitude		
<b>Shock</b>	<b>Malfunction Durability</b>	100m/s <sup>2</sup>		
	<b>Mechanical Durability</b>	1000m/s <sup>2</sup>		
<b>Life Expectancy</b>	<b>Mechanical</b>	20 million operations		
	<b>Electrical</b>	<b>Voltage</b>	<b>Make Current (A)</b>	<b>Break Current (A)</b>
		220VAC (inductive load)	2 ( $\cos \phi = 0.7$ )	2 ( $\cos \phi = 0.3 - 0.4$ )
		220VAC (resistive load)	3 ( $\cos \phi = 1.0$ )	3 ( $\cos \phi = 1.0$ )
		24VDC (inductive load)	1 ( $T = 15ms$ )	1 ( $T = 15ms$ )
		24VDC (resistive load)	5 ( $T = 1ms$ or less)	5 ( $T = 1ms$ or less)
<b>Terminal Wire Capacity</b>	Max wire gauge AWG14			
<b>Ambient Temperature</b>	-25 to +55° C (no icing)			
<b>Terminal Torque Specification</b>	0.8 - 0.9 N·m			

# Electromechanical Relay RB105-DE

## Specifications



These spare relays are for replacement in RS4N-DE and RS6N-DE relay modules (5 mm). Bifurcated contacts ensure high contact reliability, allowing use in low-level circuits.

RB105-DE      \$29.50

### Features

- Narrow, miniature size and light weight reduces space on the DIN rail
- UL, CSA, CE, and TUV approved
- Low power consumption
- Can be operated with a non-polarity magnet
- Flux-tight construction

### RB105-DE

RB105-DE Card Relay Specification Table	
<b>Operating Time</b>	10ms or less at rated voltage
<b>Release Time</b>	10ms or less at rated voltage
<b>Insulation Resistance</b>	100MΩ (at 500VDC megger)
<b>Dielectric Strength</b>	750VAC 1 minute between open contacts 2000VAC 1 minute between contact and coil
<b>Impulse</b>	4,500V or more 1.2 x 50µs between contact and coil
<b>Electrical Life Expectancy</b>	AC: 100,000 operations at 220VAC 2A, inductive load 130,000 operations at 220VAC 3A, resistive load  DC: 150,000 operations at 24VDC 1A, inductive load 100,000 operations at 24VDC 5A, resistive load
<b>Mechanical Life Expectancy</b>	20 million operations
<b>Ambient Temperature</b>	-25° C to 55° C (no icing)
<b>Thermal Current</b>	5A
<b>Make and Break Current (Resistive Load)</b>	250VAC, 5A 30VDC, 5A
<b>Operating Coil</b>	<b>Rated voltage</b>
	<b>Pick-up voltage</b>
	<b>Drop-out voltage</b>
	<b>Power consumption</b>
	<b>Coil resistance</b>
<b>Maximum Wire Size</b>	14 AWG (2.5 mm <sup>2</sup> )

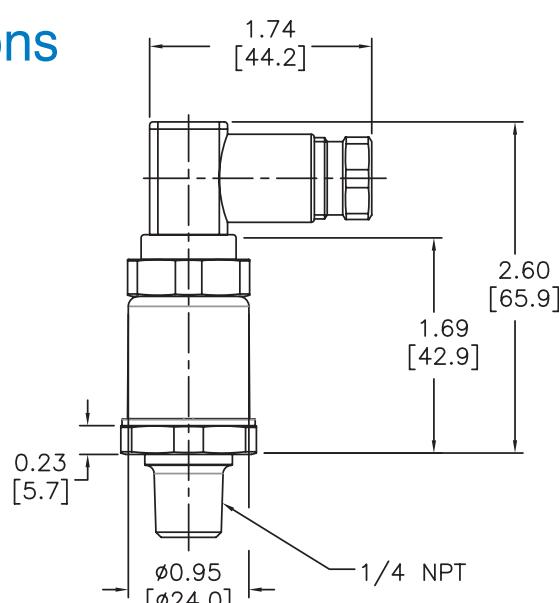
# prosense® SPT25 Series Pressure Transmitters

ProSense SPT25 Series General Specifications	
<b>Housing Material</b>	20% Glass Reinforced Nylon, Fire retardant to UL94 V1 / 304 Series Stainless steel
<b>Materials (wetted parts)**</b>	304 Series Stainless steel / 17-4PH Stainless Steel
<b>Operating Temperature</b>	-40 to 257°F (-40 to 125°C)
<b>Medium Temperature</b>	-40 to 257°F (-40 to 125°C)
<b>Storage Temperature</b>	-40 to 257°F (-40 to 125°C)
<b>Protection</b>	IP 67 for cabled models IP 65 For DIN connector models
<b>Accuracy*</b>	± 0.50% of full range
<b>Temperature Coefficient</b>	0.15% of full range / 10°F (0.25% of full range / 10°C)
<b>Reference Temperature</b>	70°F ± 1°F (21°C ± 1°C)
<b>Compensated Temperature</b>	-4 to 185°F (-20 to 85°C)
<b>Insulation Resistance</b>	Greater than 100 megohms at 100 VDC
<b>Shock Resistance</b>	100 gs, 6 ms
<b>Vibration Resistance</b>	Random vibration (20 g) over temperature range (-40° to 125°C). Exceeds typical MIL. STD. requirements
<b>Drop Test</b>	Withstands 1 meter on concrete 3 axis
<b>Response Time</b>	Less than 1 msec
<b>Warm-up time</b>	Less than 500 msec
<b>Position Effect</b>	Less than ±0.01% span, typical
<b>Insulation Breakdown Voltage</b>	100 VAC
<b>Reverse Polarity &amp; Miswired Protected</b>	Yes
<b>Durability</b>	Tested to 50 million cycles
<b>Humidity</b>	0 to 100% R.H., no effect
<b>Stability</b>	Less than ±0.25% full range / year
<b>Agency Approvals</b>	CE
*Note - Includes non-linearity, hysteresis & non-repeatability.	
** Not cleaned for oxygen service	

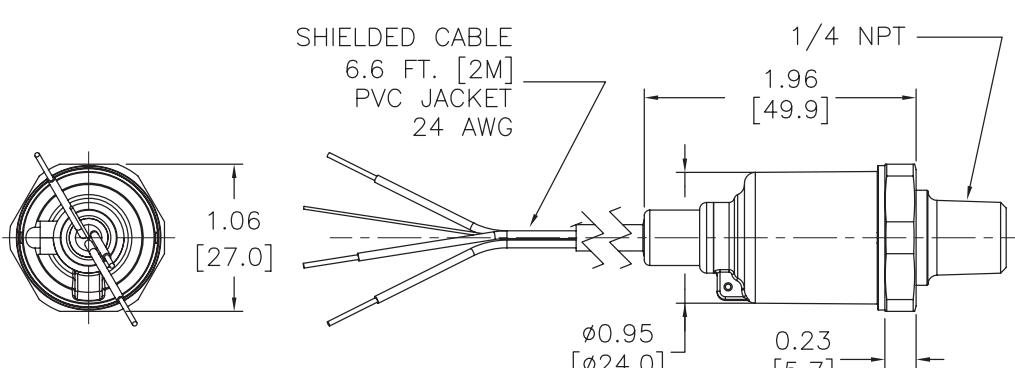
DIN Connector Specifications	
<b>Number of contacts</b>	3 + PE
<b>Cable glands</b>	PG 7
<b>Conductor size max.</b>	0.75 mm <sup>2</sup> / 18AWG
<b>Type of termination</b>	Screw
<b>Suitable cables</b>	4.5 mm to 6mm
<b>Standard DIN</b>	EN 175 301-803-C

## Dimensions

inches [mm]



DIN Connector Models



Shielded Cable Models

# prosense® XTP Series Temperature Transmitter Probes

## ProSense XTP Series Temperature Transmitter Probes Specifications

<b>Operating Voltage</b>	10 to 35 VDC
<b>Electrical Connection</b>	M12 connector
<b>Process connection</b>	1/4" NPT male (XTP25 series) or 1/2" NPT male (XTP50 series)
<b>Short-Circuit Protection</b>	Yes
<b>Electrical Protection</b>	Protection Class III, Overvoltage category II, Pollution degree 2
<b>Reverse Polarity Protection</b>	Yes
<b>Analog Output</b>	4 to 20 mA (configurable for 20 to 4 mA)
<b>Maximum Load</b>	608Ω @ 24VDC ( $U_{powersupply} - 10V$ ) / 0.023 A
<b>Signal on Alarm (per NAMUR NE43)</b>	Underranging: Linear drop to 3.8 mA Overranging: Linear rise to 20.5 mA Sensor break; Sensor short-circuit: ≥ 21.0 mA (21.5 mA output is guaranteed) or configurable for ≤ 3.6 mA
<b>Minimum Current Consumption</b>	≤ 3.5 mA
<b>Current Limit</b>	≤ 23mA
<b>Switch-on Delay</b>	2s
<b>Sensor Response Time</b>	$t_{50} < 1.0$ s, $t_{90} < 2.0$ s**
<b>Transmitter Response Time</b>	≤ 1s**
<b>Pressure Rating</b>	Threaded process connection max. 1450psi (100bar)
<b>Altitude</b>	Up to 6600ft (2000m)
<b>Accuracy</b>	$0.25K + 0.002^*  T $ , $ T $ = Numerical value of the temperature in °C without regard to the leading sign
<b>Long-term Stability of Electronics</b>	≤ 0.1 K / year or 0.05 % / year
<b>Measuring Element</b>	Pt100 class A as per IEC 60751
<b>Measuring Range</b>	-58 to 302°F (-50 to 150°C)
<b>Minimum Span</b>	10K (18°F)
<b>Minimum Installation Depth</b>	30mm
<b>Housing Material</b>	Stainless steel (304)
<b>Materials (wetted parts)</b>	Stainless steel (316L)
<b>Ambient Temperature</b>	-40 to 185°F (-40 to 85°C)
<b>Process Temperature</b>	-58 to 302°F (-50 to 150°C)
<b>Storage Temperature</b>	-40 to 185°F (-40 to 85°C)
<b>Shock Resistance and Vibration Resistance</b>	4g / 2 to 150Hz as per IEC 60068-2-6
<b>Climate Class</b>	Per IEC 60654-1, Class C
<b>EMC (Electromagnetic Compatibility)*</b>	
<b>IEC/EN 61000-4-2</b>	ESD (electrostatic discharge) 6kV cont., 8kV air
<b>IEC/EN 61000-4-3</b>	Electromagnetic fields 0.08 to 2GHz, 10 V/m
<b>IEC/EN 61000-4-4</b>	Burst (fast transient) 2kV
<b>IEC/EN 61000-4-5</b>	Surge 0.5 kV sym.
<b>IEC/EN 61000-4-6</b>	Conducted RF 0.01 to 80MHz, 10V
<b>Protection</b>	IP66/67 or IP69K with appropriately rated cable
<b>Agency Approvals</b>	UL # E311366, CE

\* All EMC measurements were performed with a turn down (TD) = 2:1. Maximum fluctuations during EMC - tests: < 1% of measuring span.

Interference immunity to IEC/EN 61326 - series, requirements for industrial areas

Interference emission to IEC/EN 61326 - series, electrical equipment Class B.

\*\* Measured per IEC 60751, in flowing water at 1.3 ft/s (0.4 m/s)

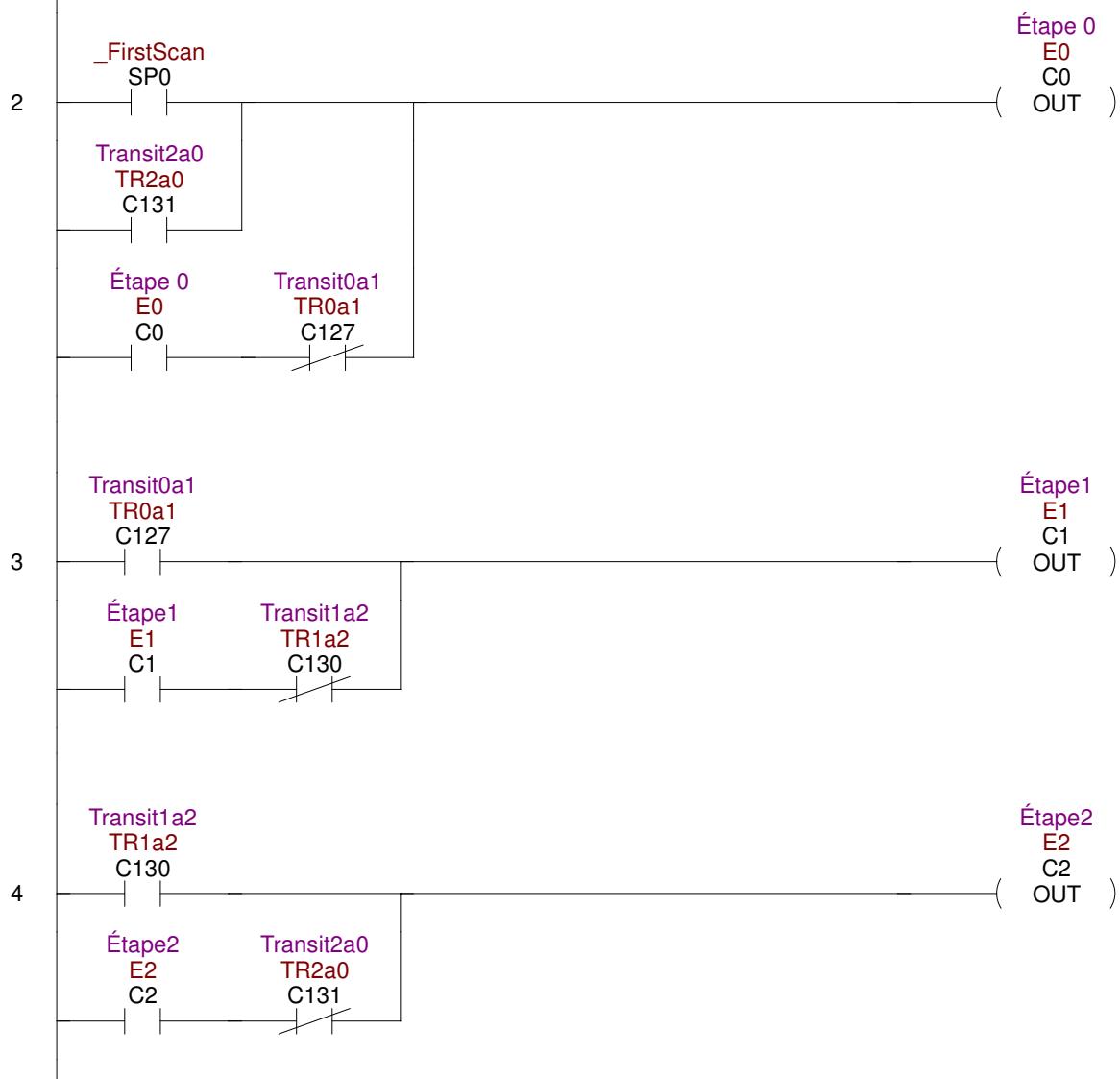
 **NOTE: RESPONSE TIME IS REDUCED WHEN INSTALLED IN A THERMOWELL. THERMAL COMPOUND MAY BE USED DEPENDING ON APPLICATION.**

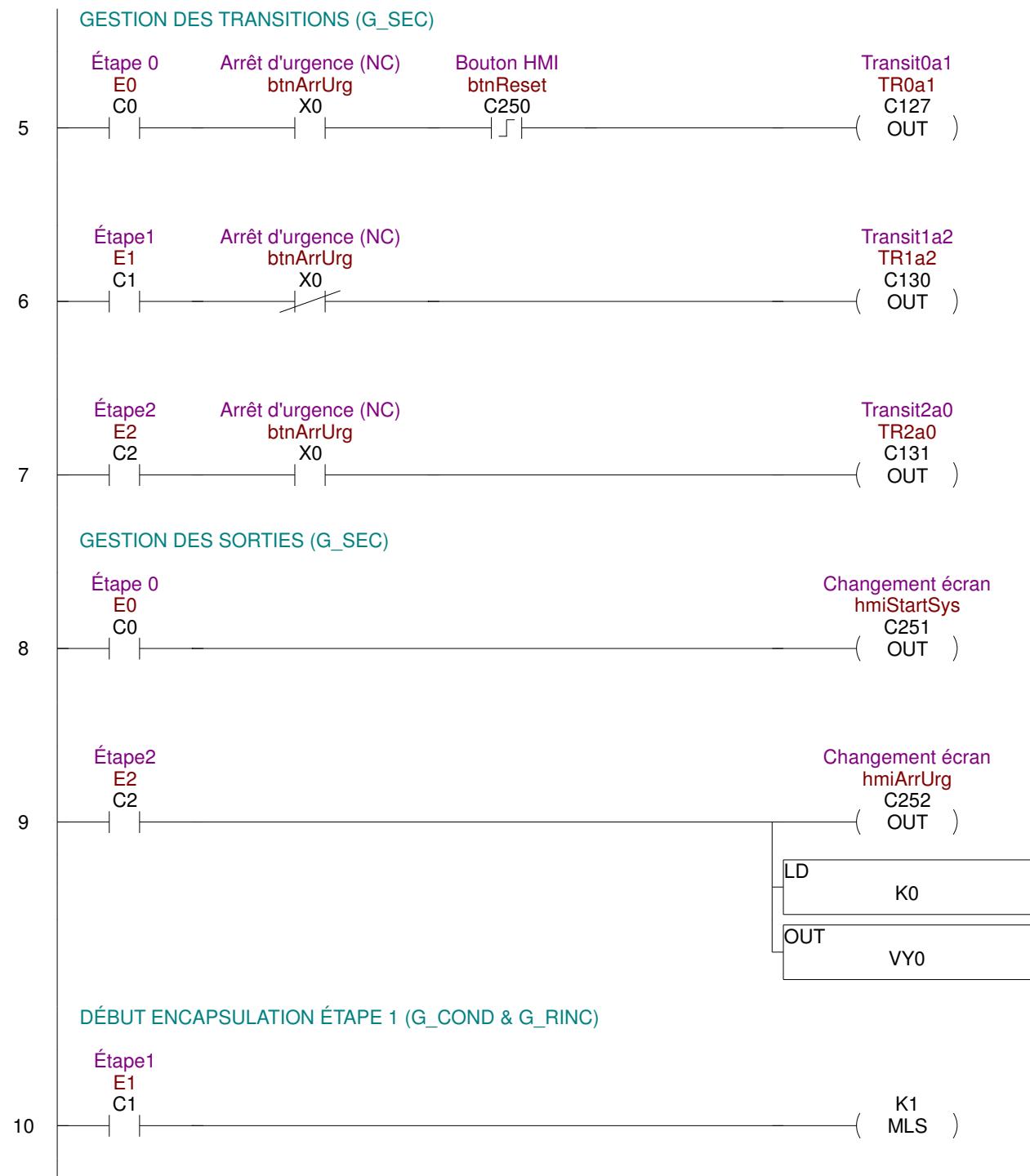
 **NOTE: CHECK THE CHEMICAL COMPATIBILITY OF THE SENSOR'S WETTED PARTS WITH THE MEDIUM TO BE MEASURED.**

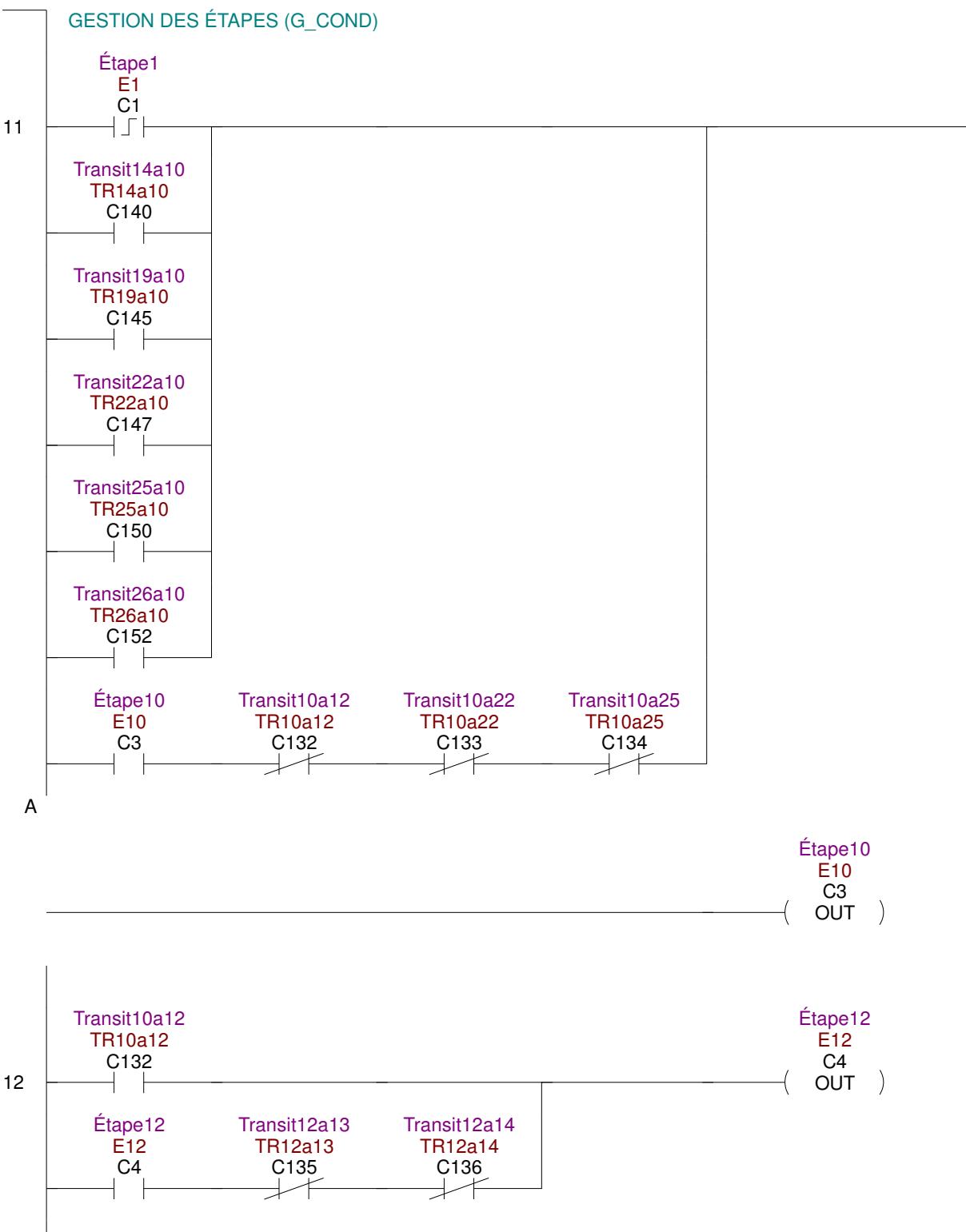
## CONFIG ENTRÉES ANALOGIQUES

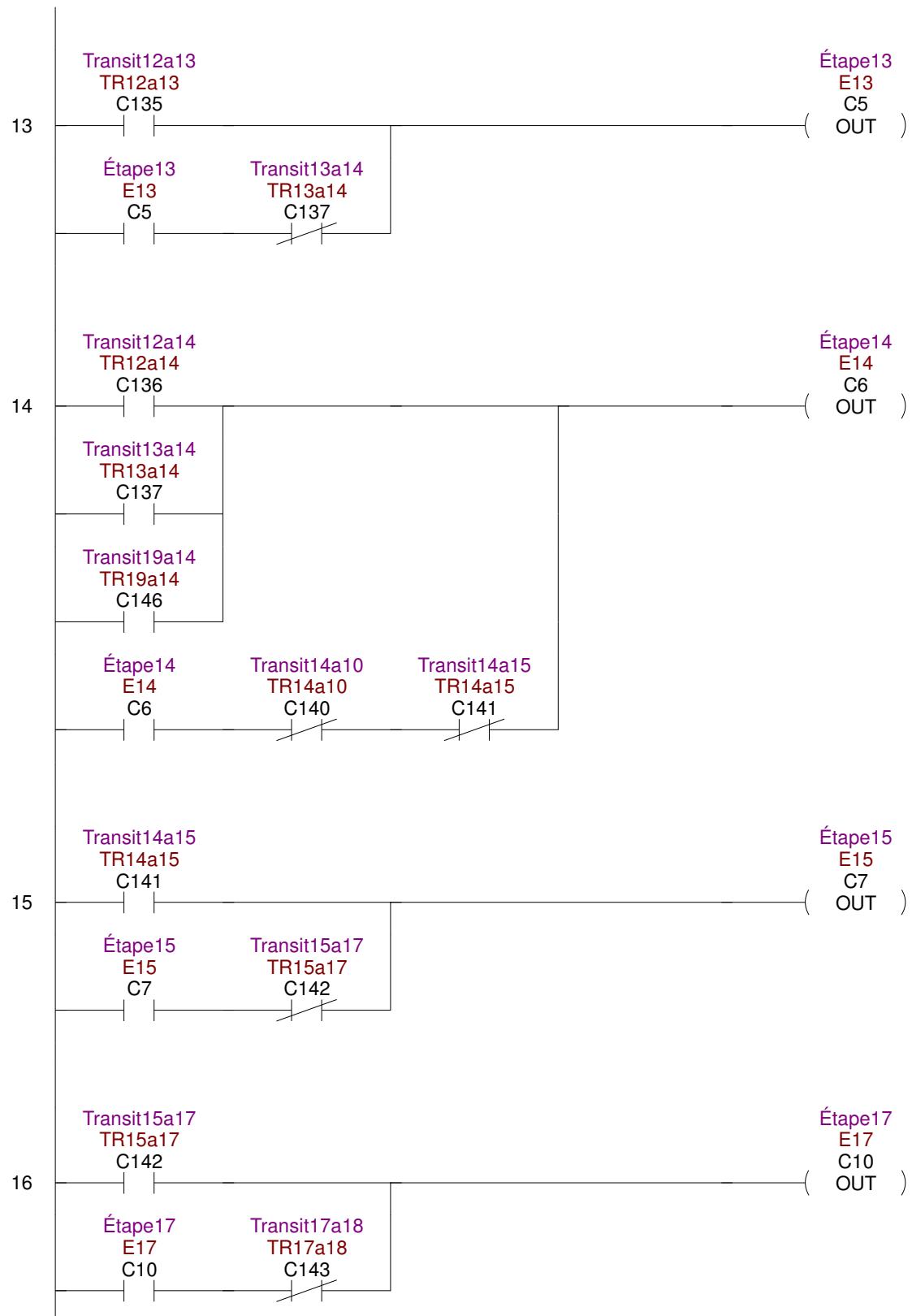


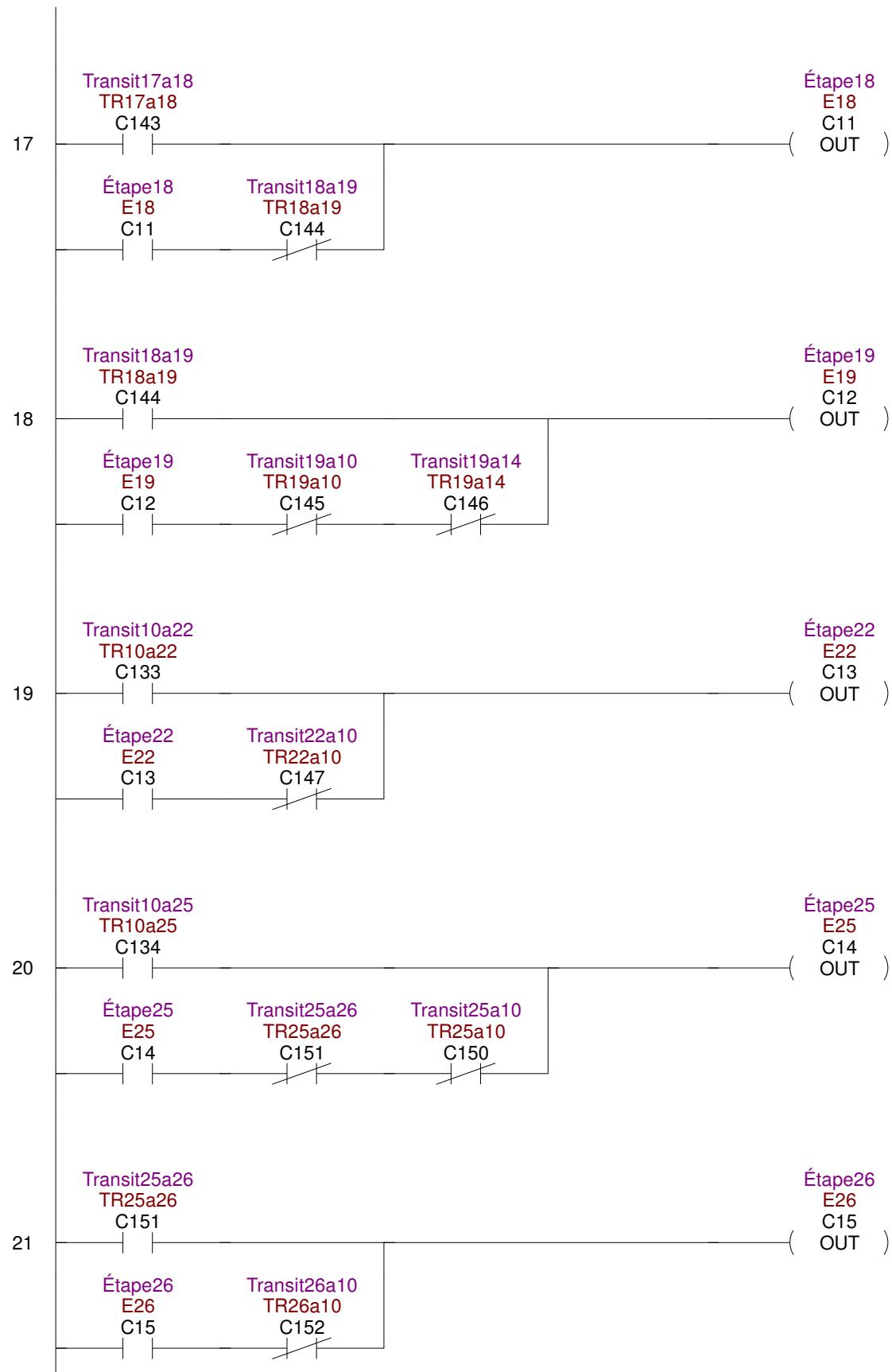
## GESTION DES ÉTAPES (G\_SEC)

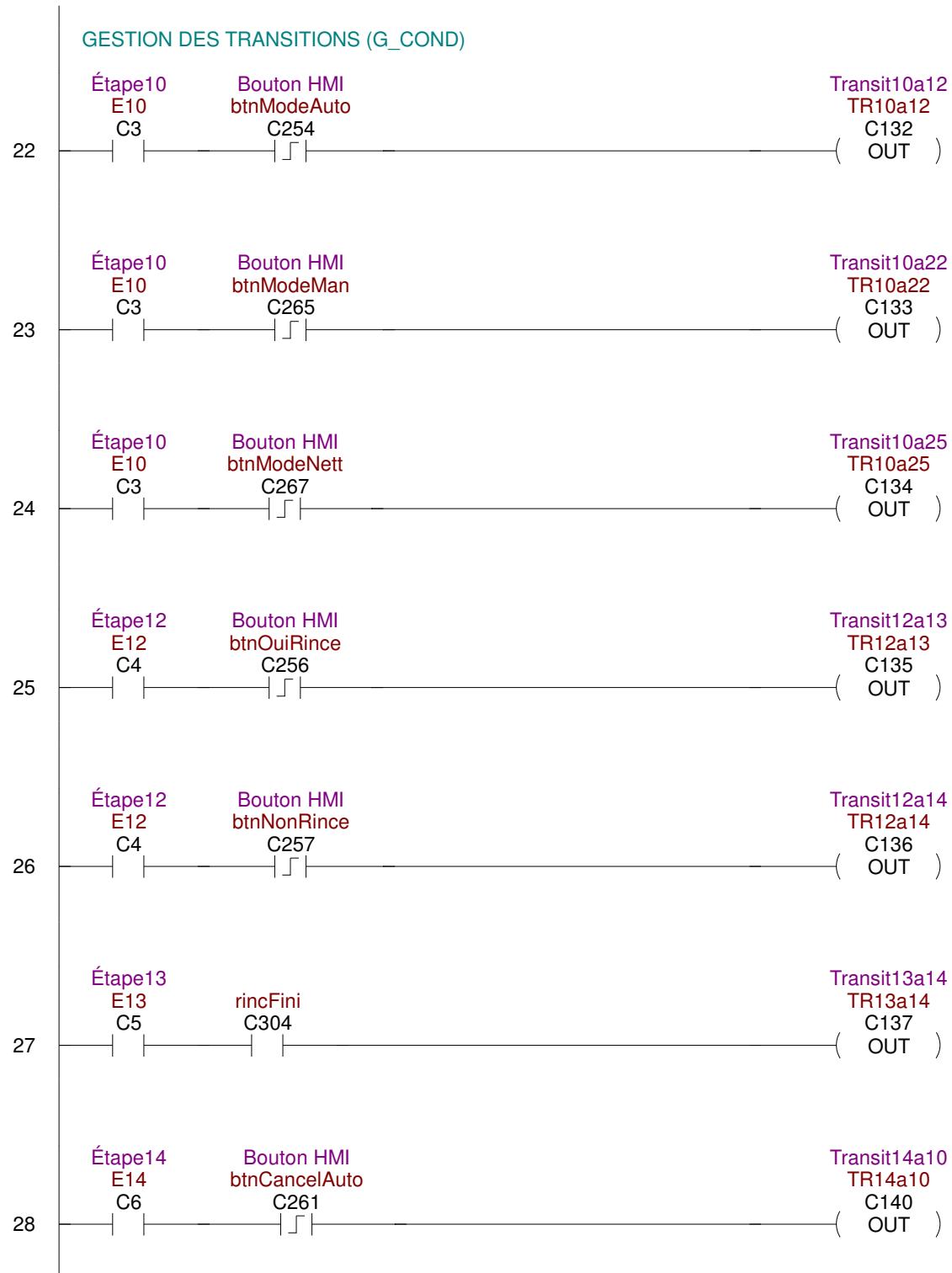


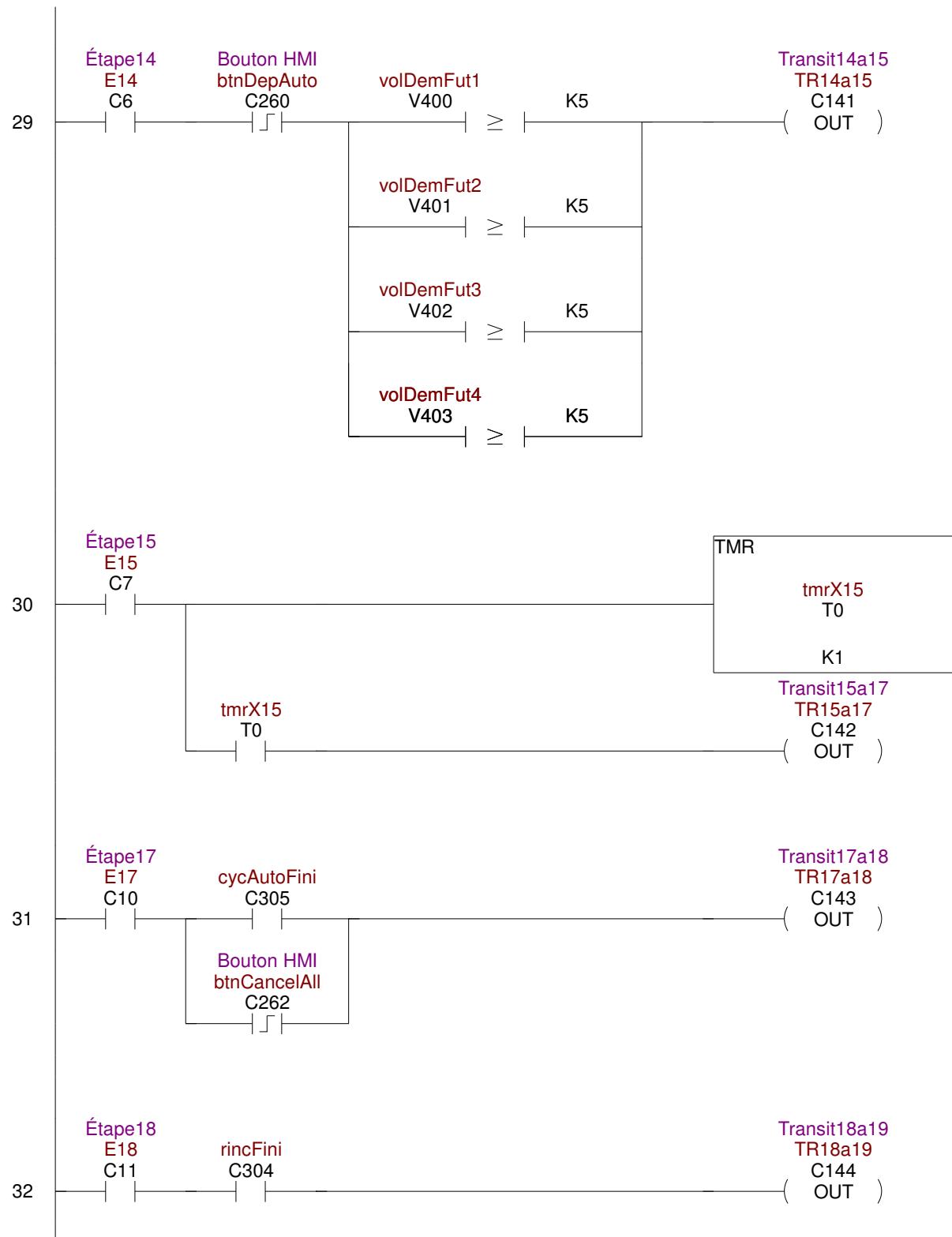


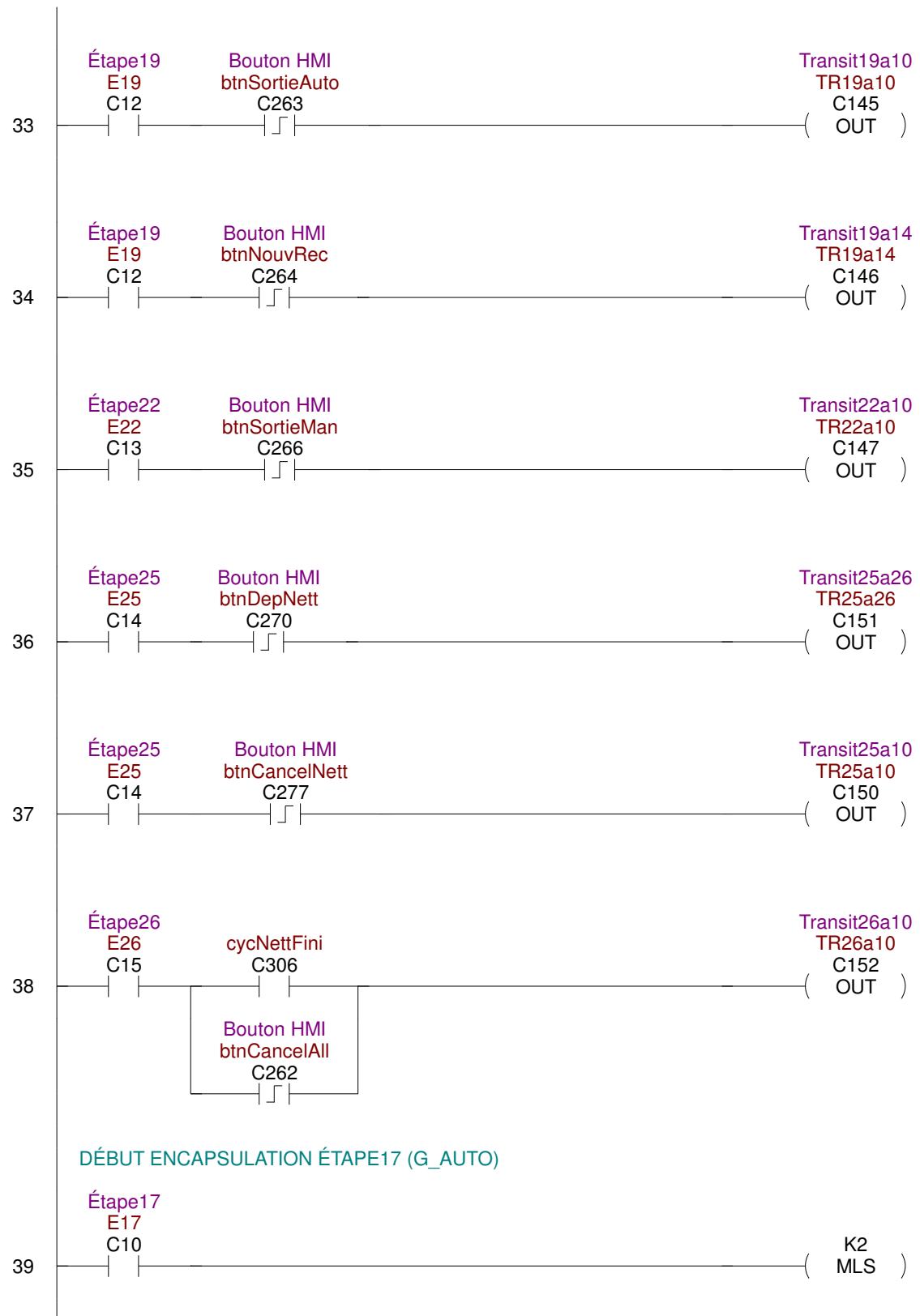


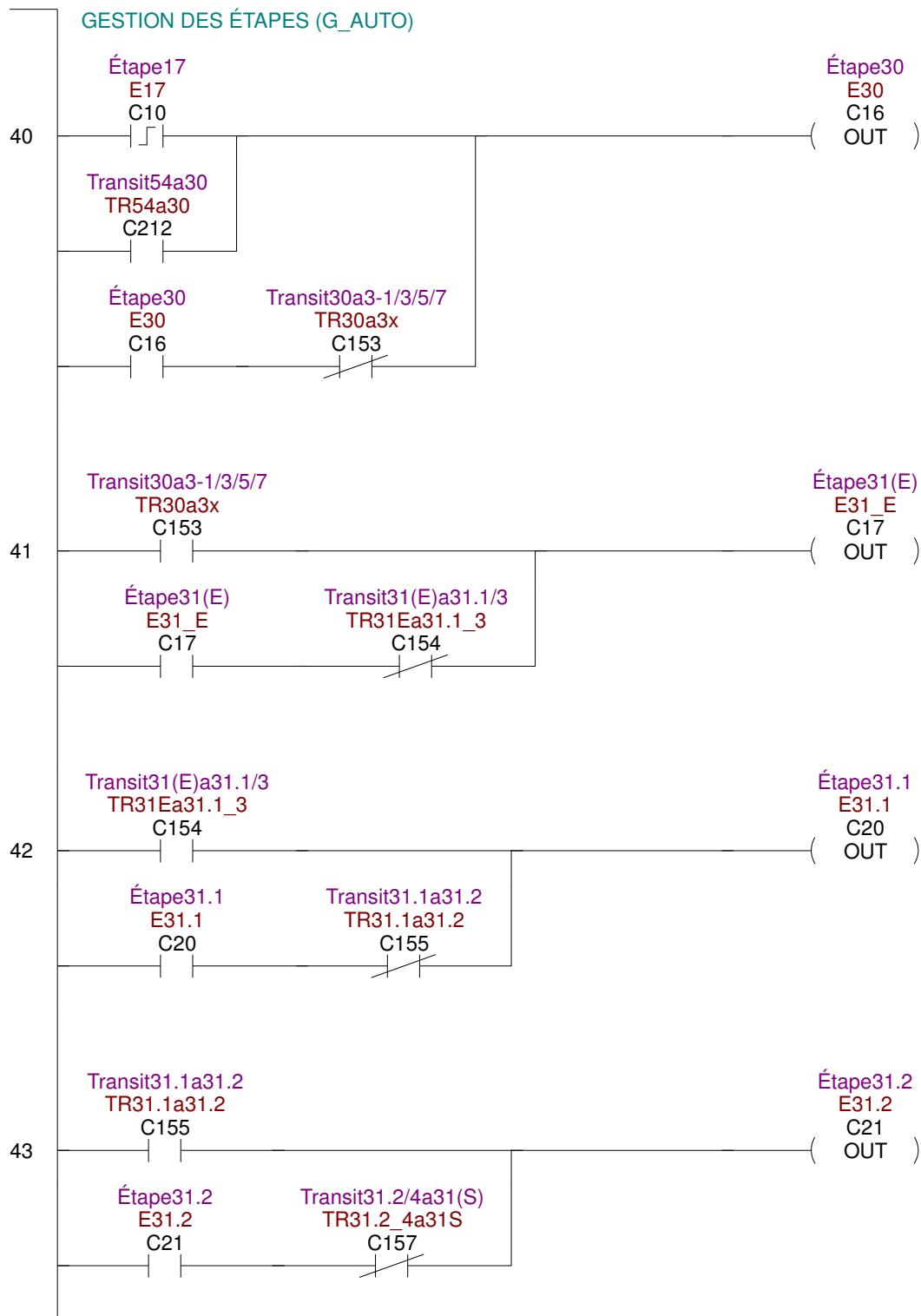


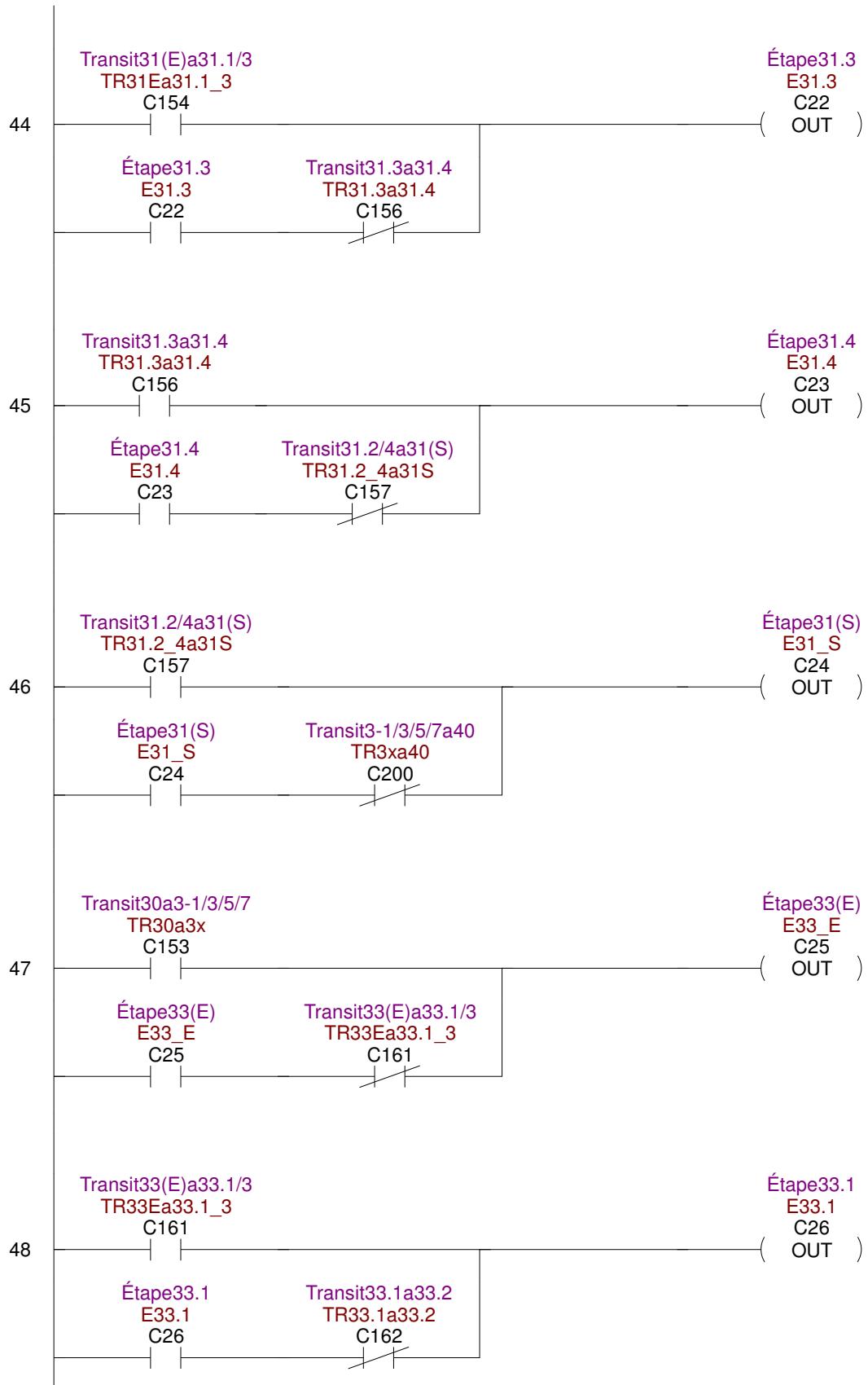


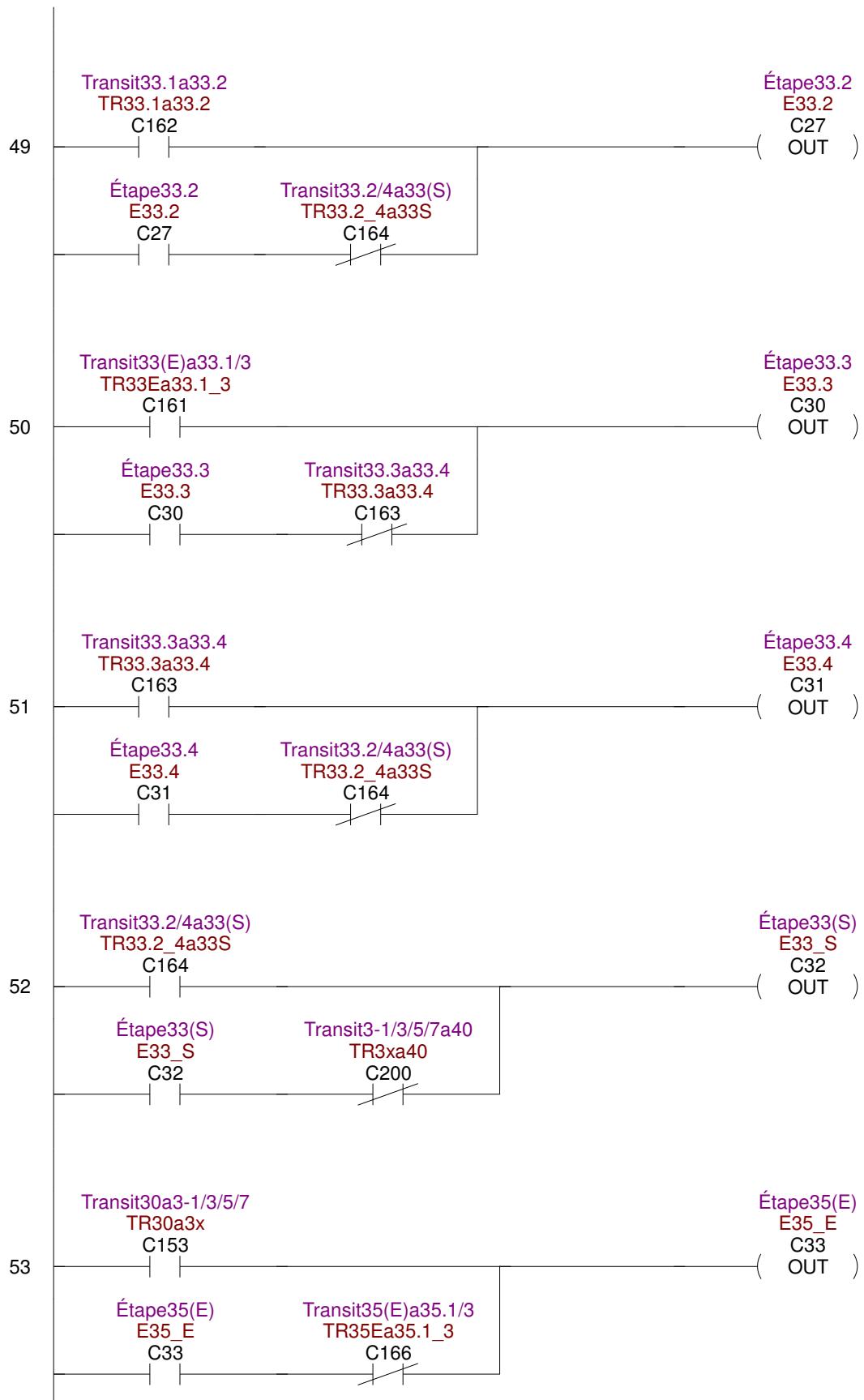


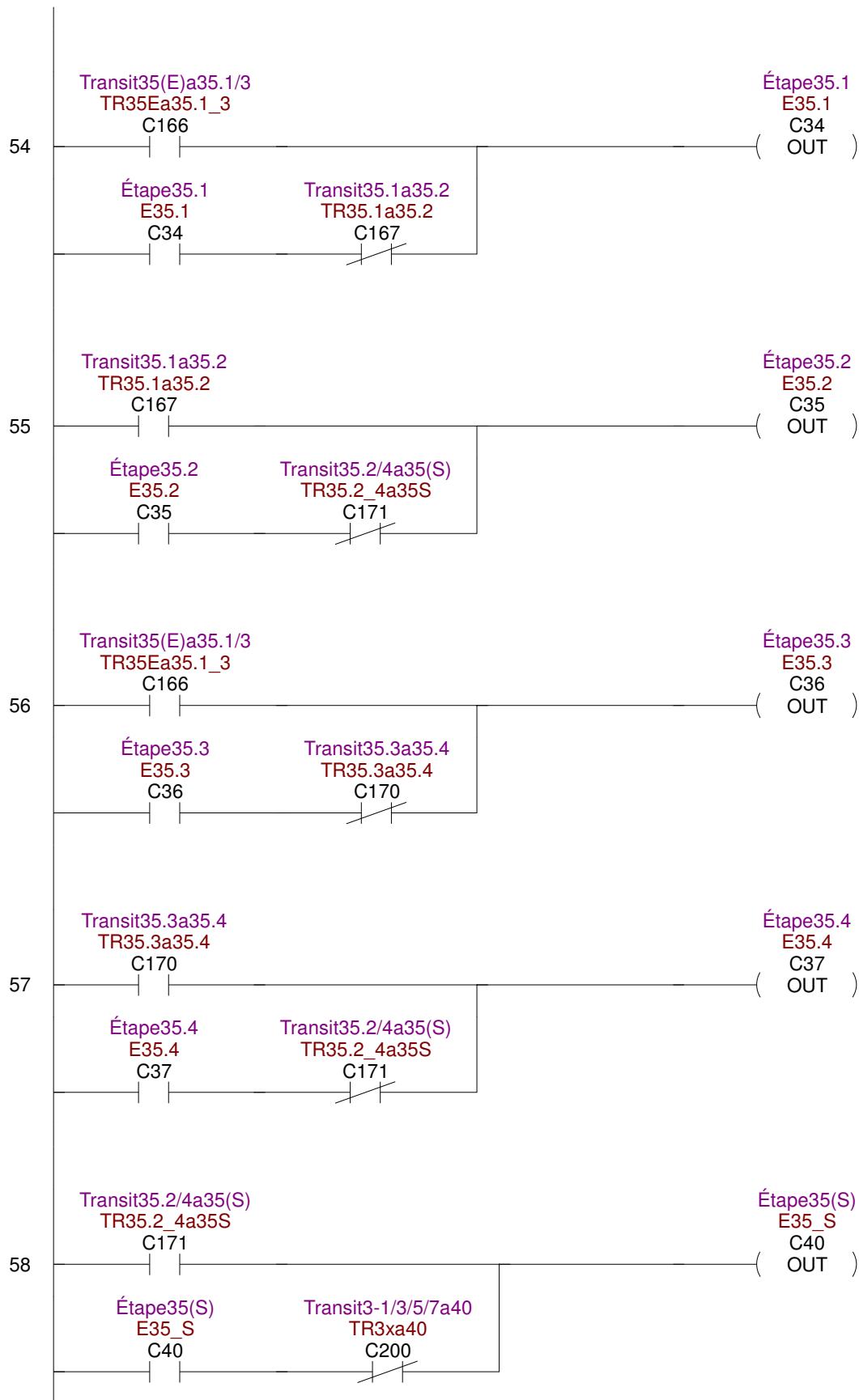


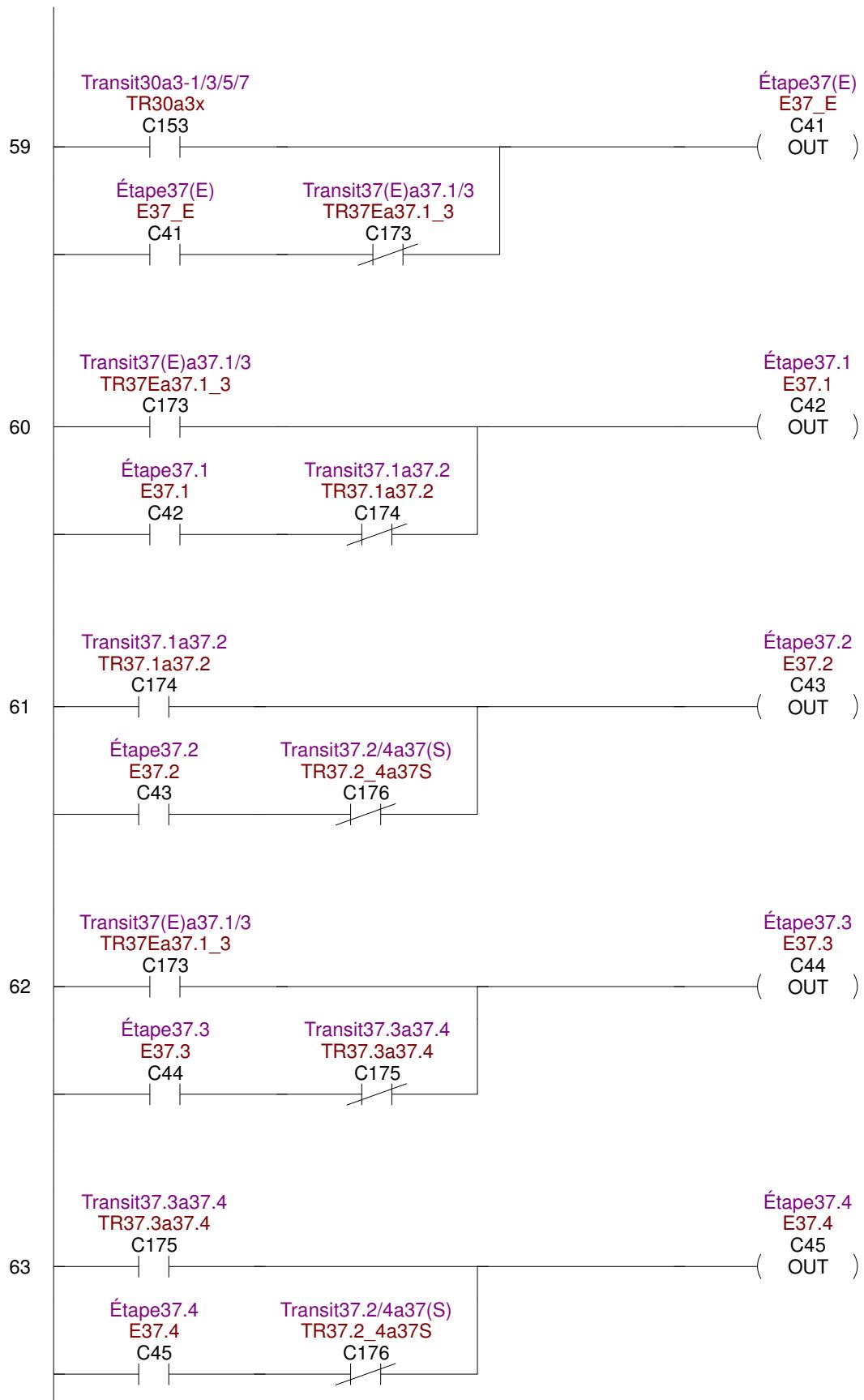


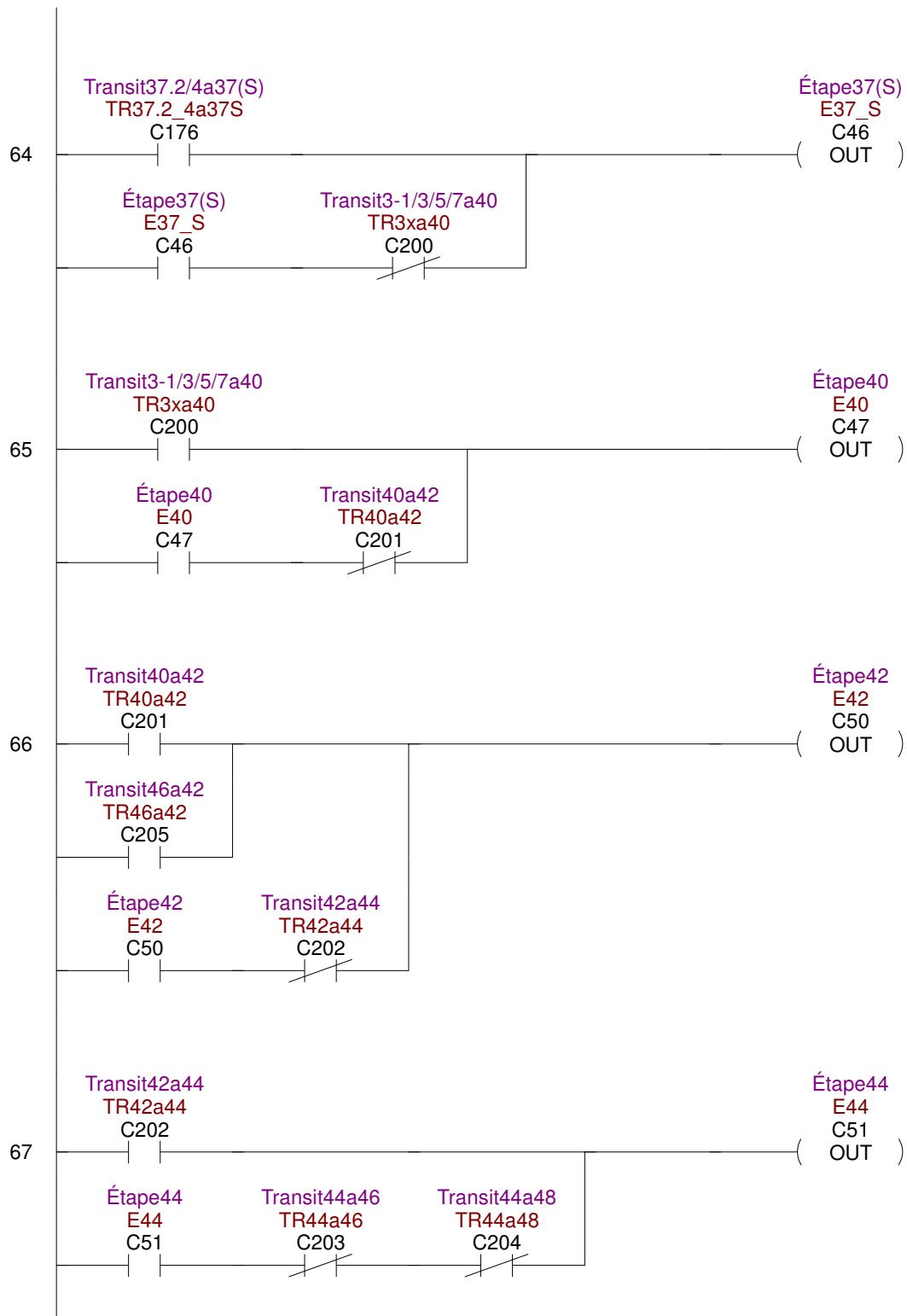


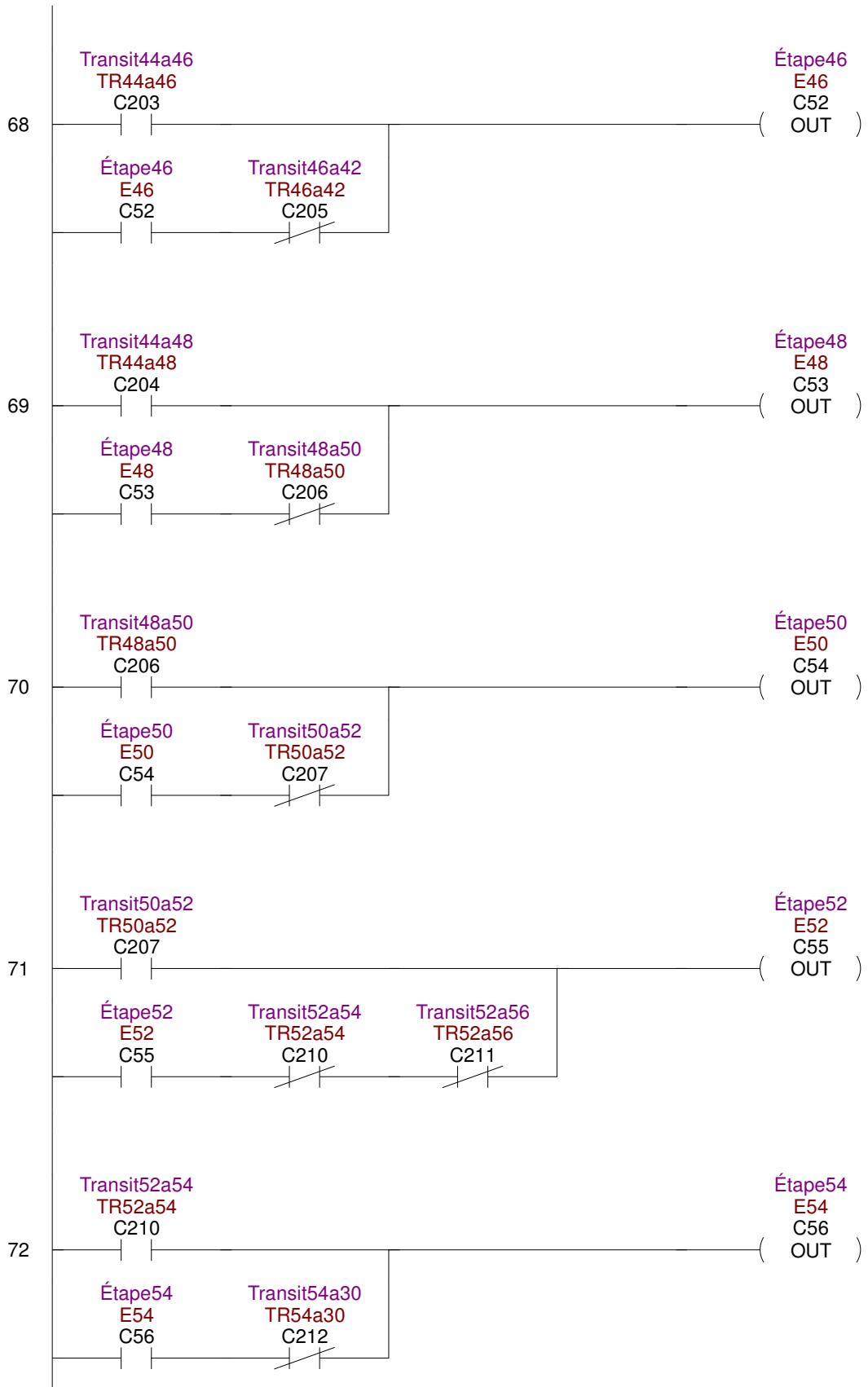


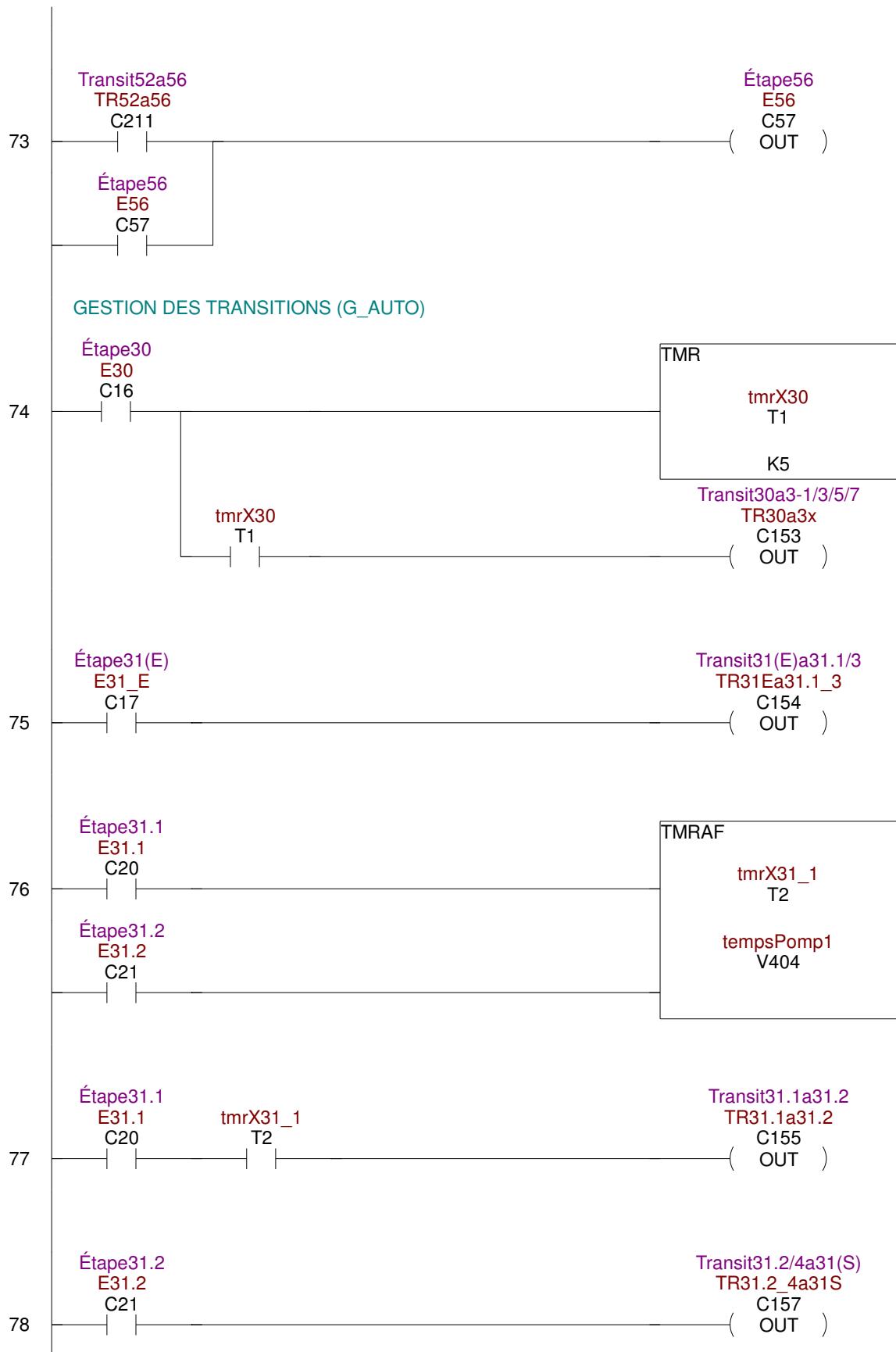


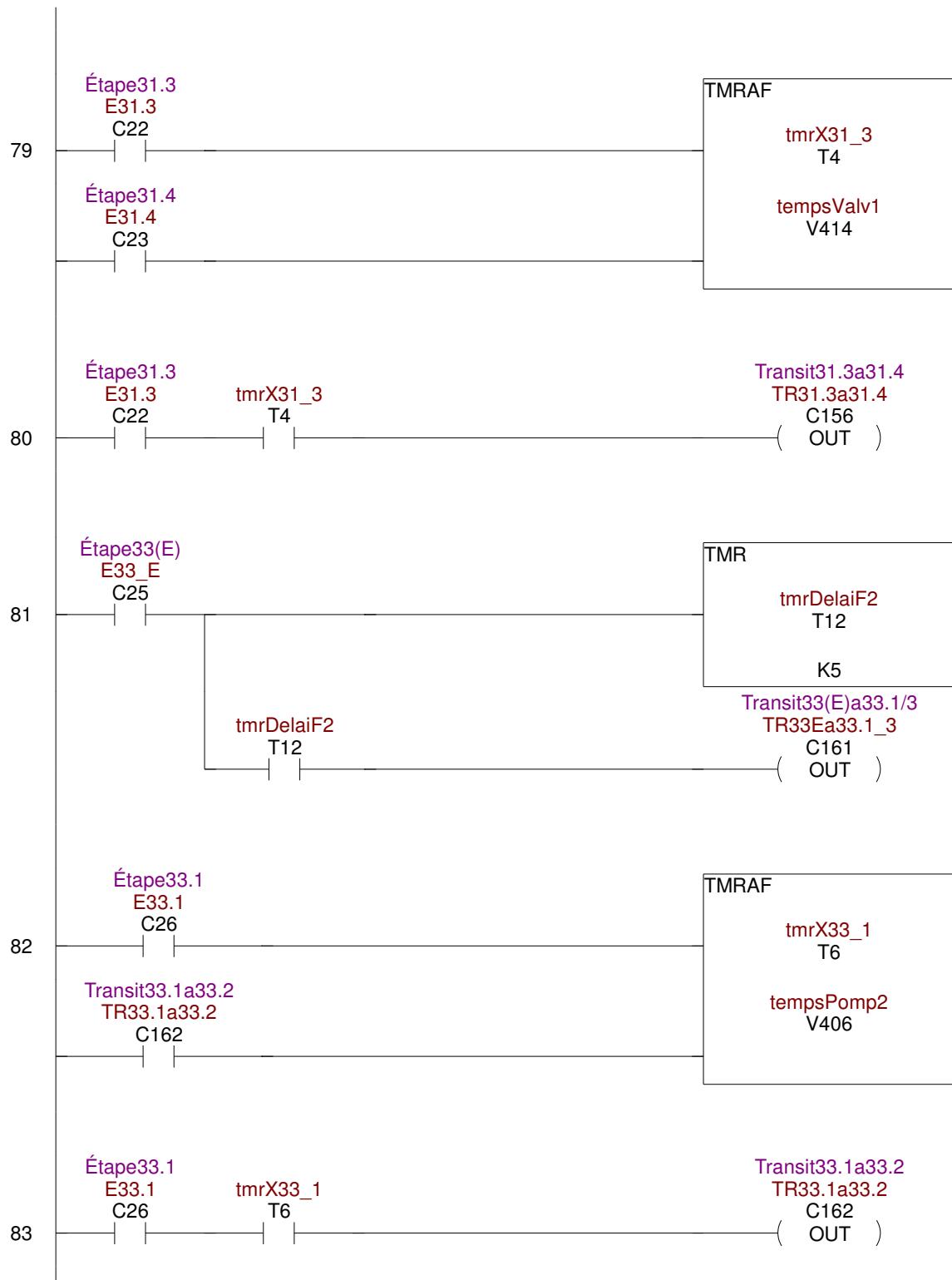


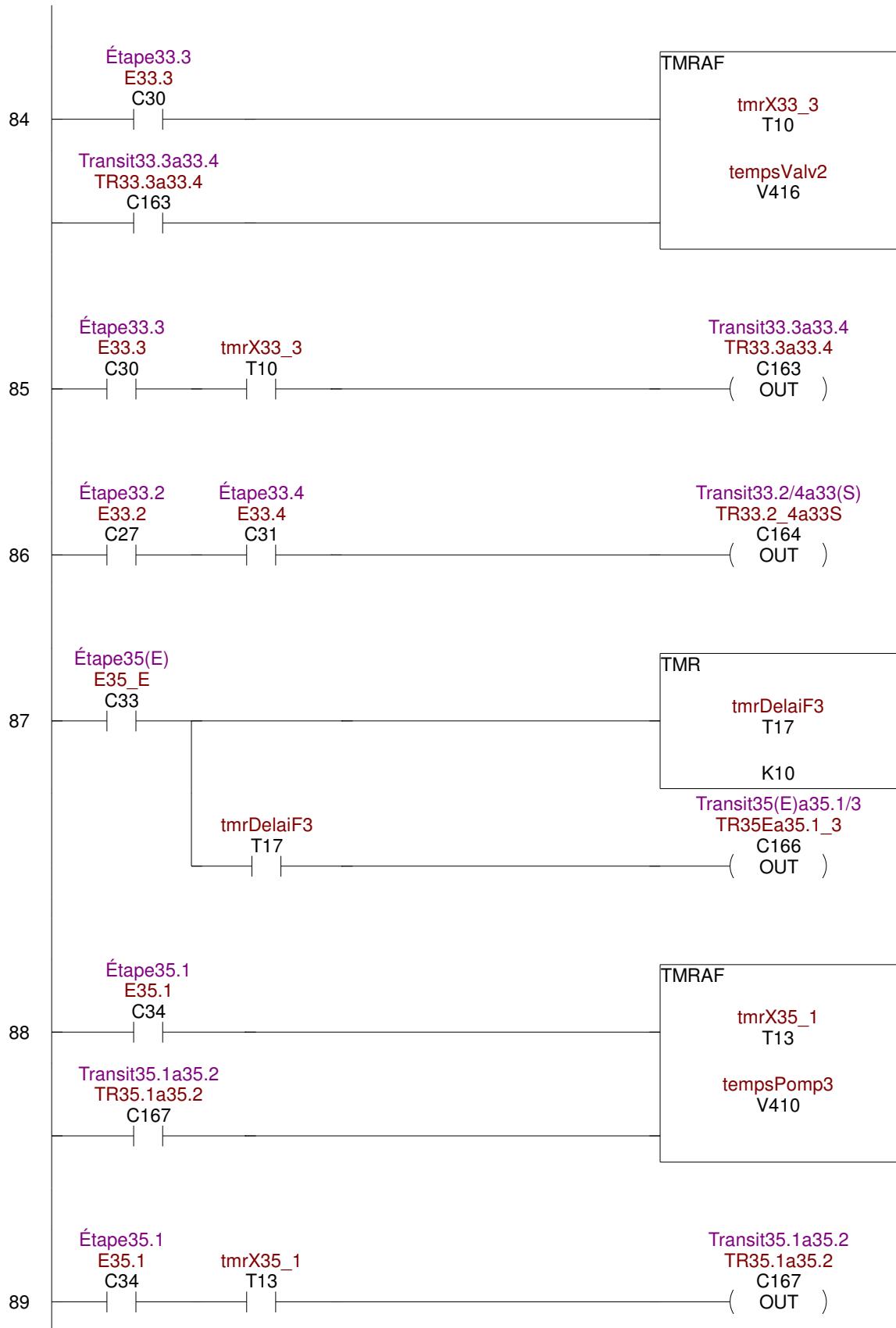


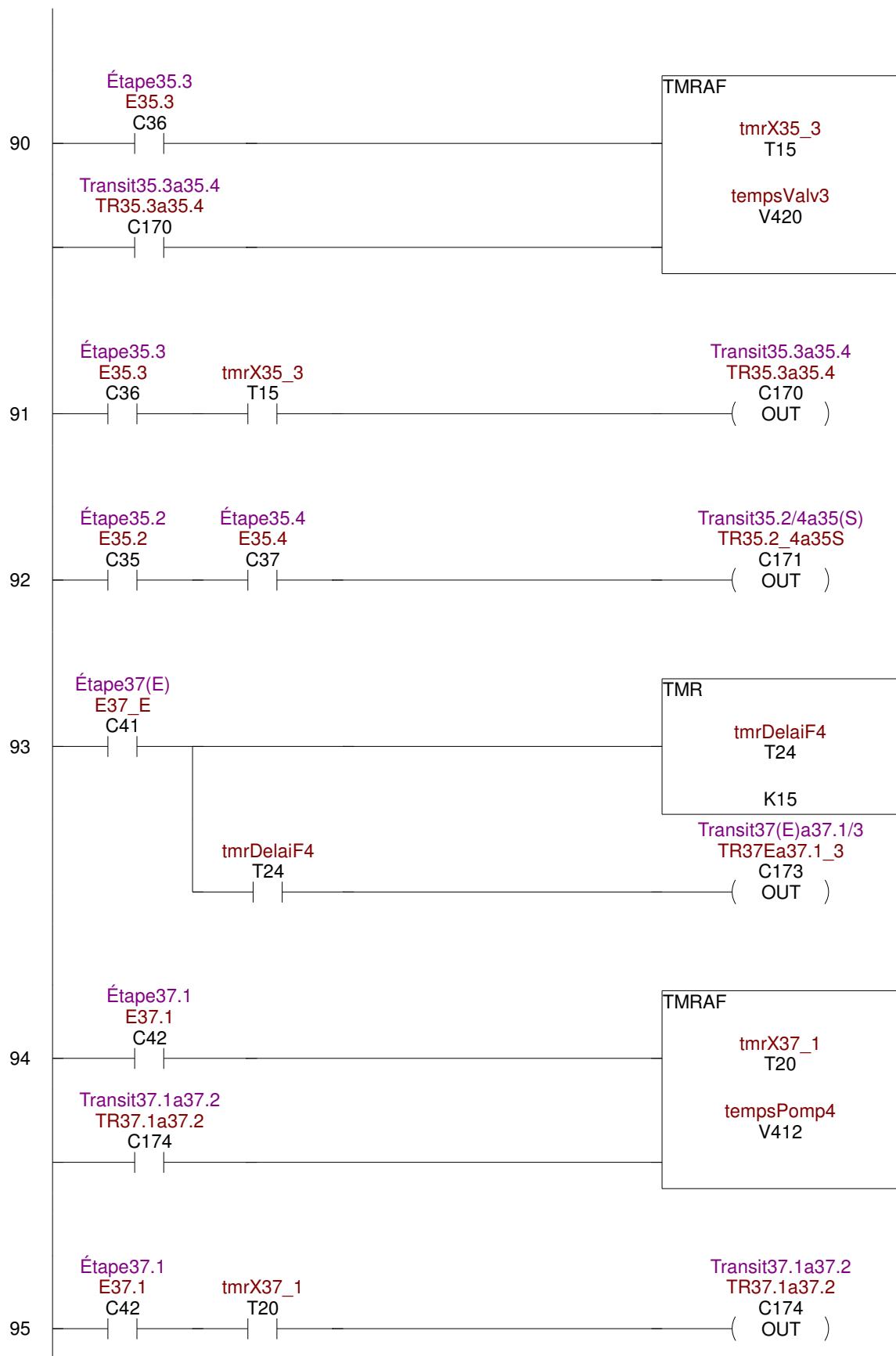


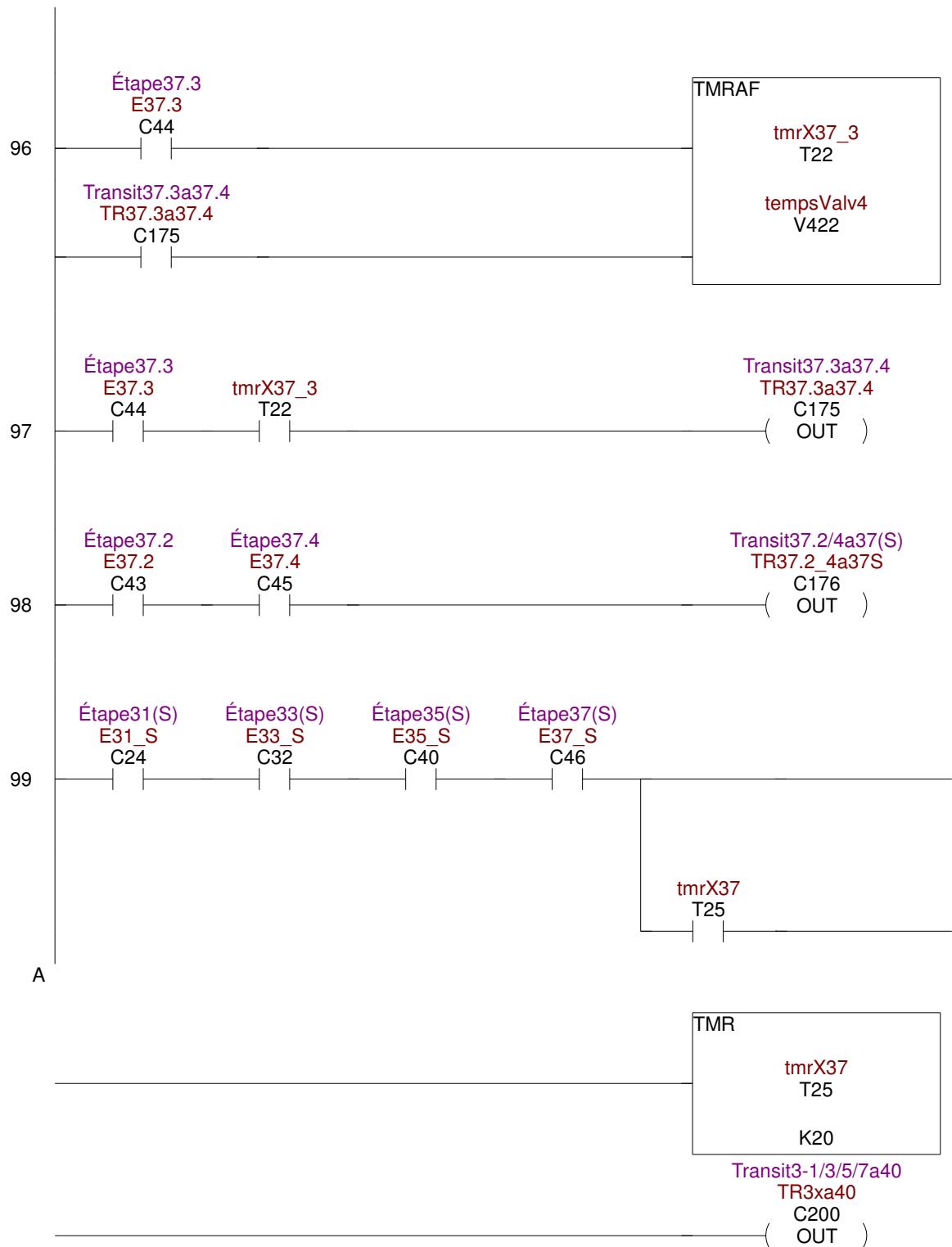


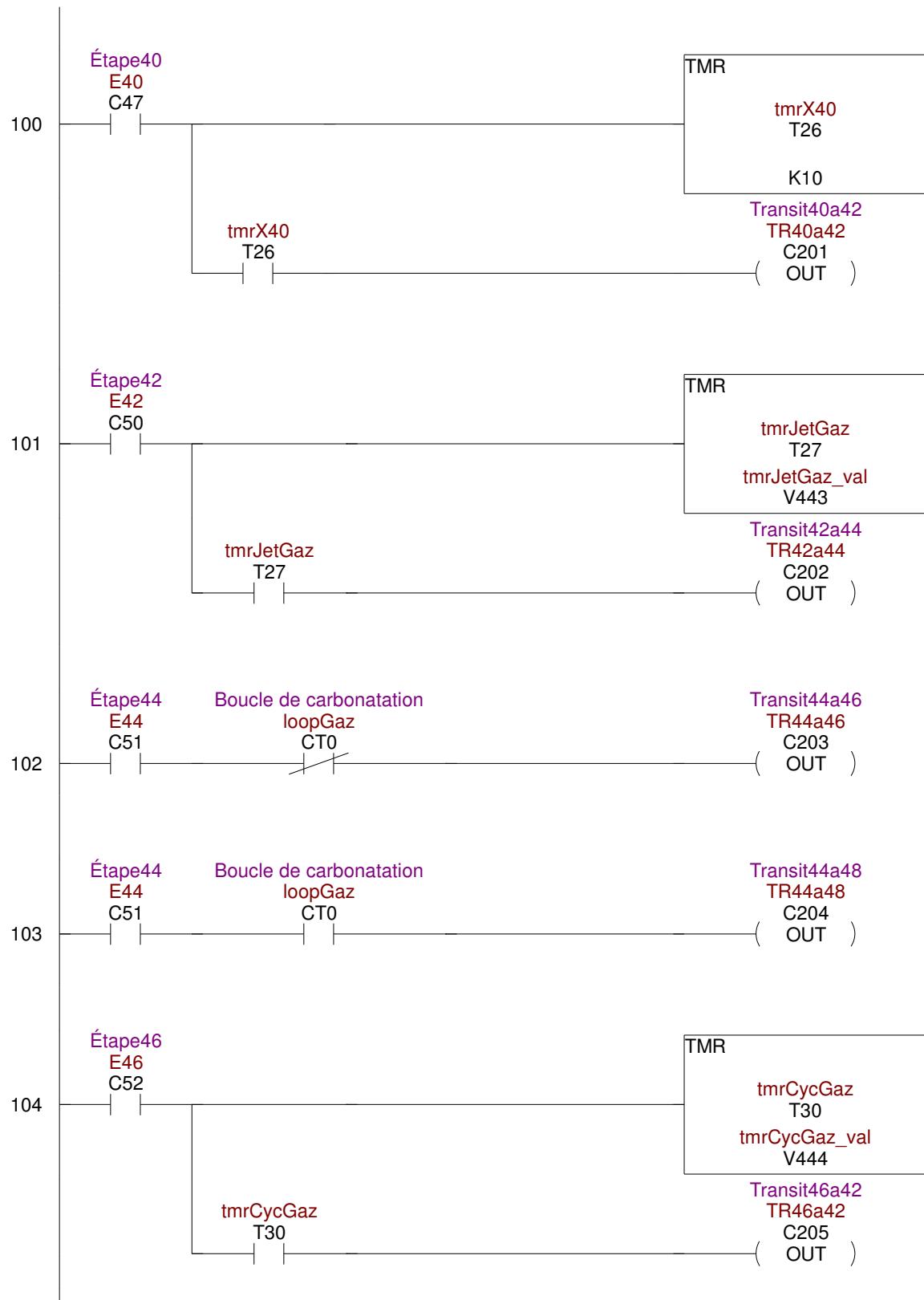


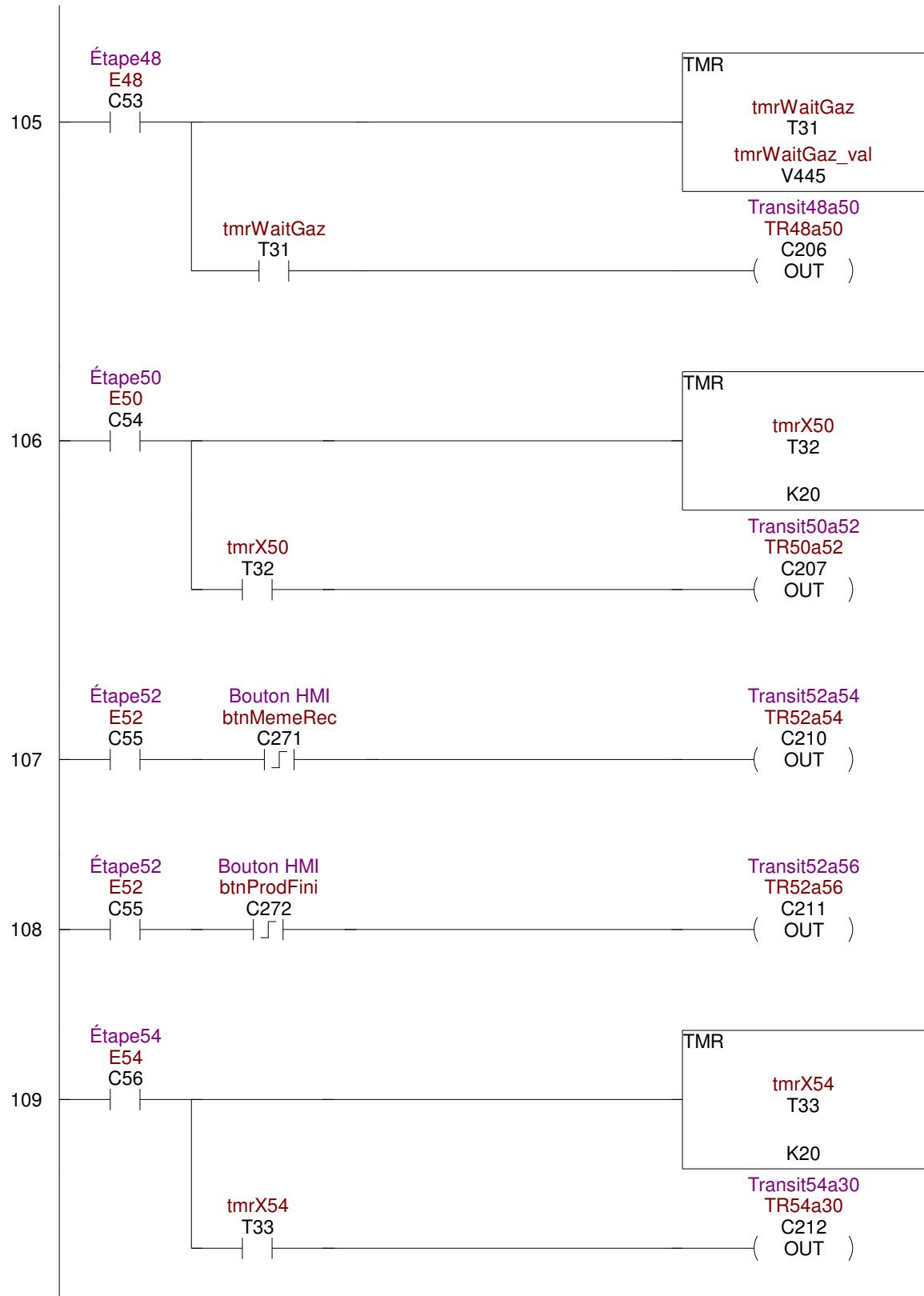


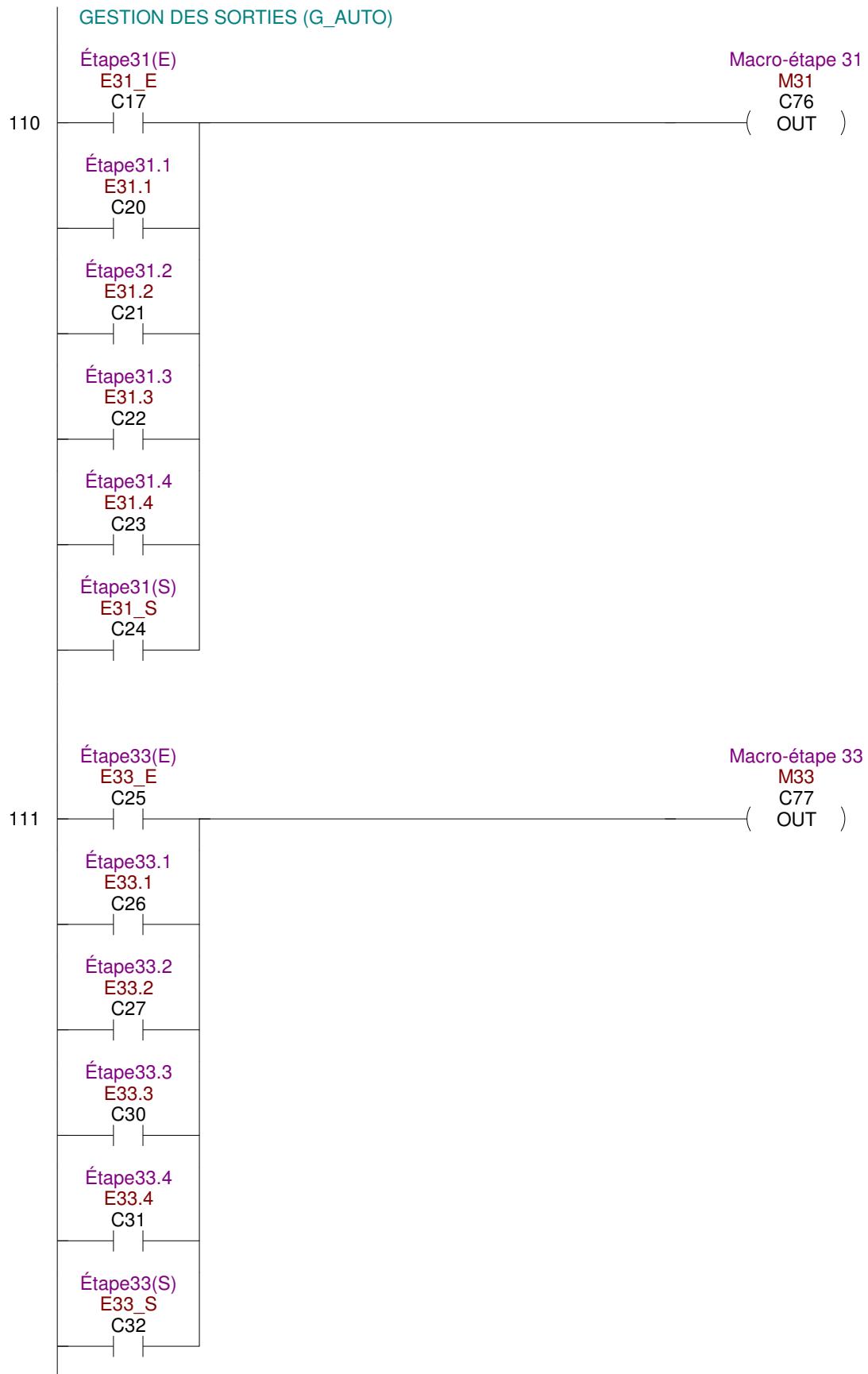


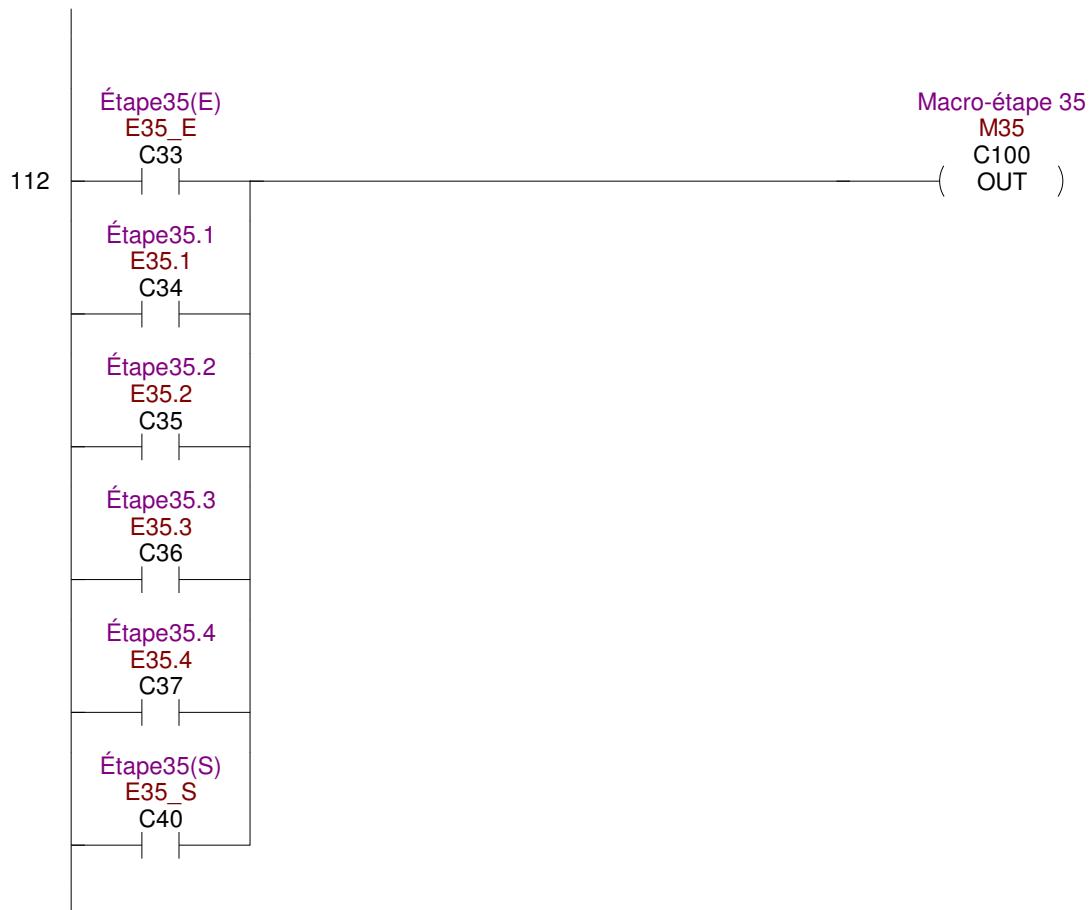


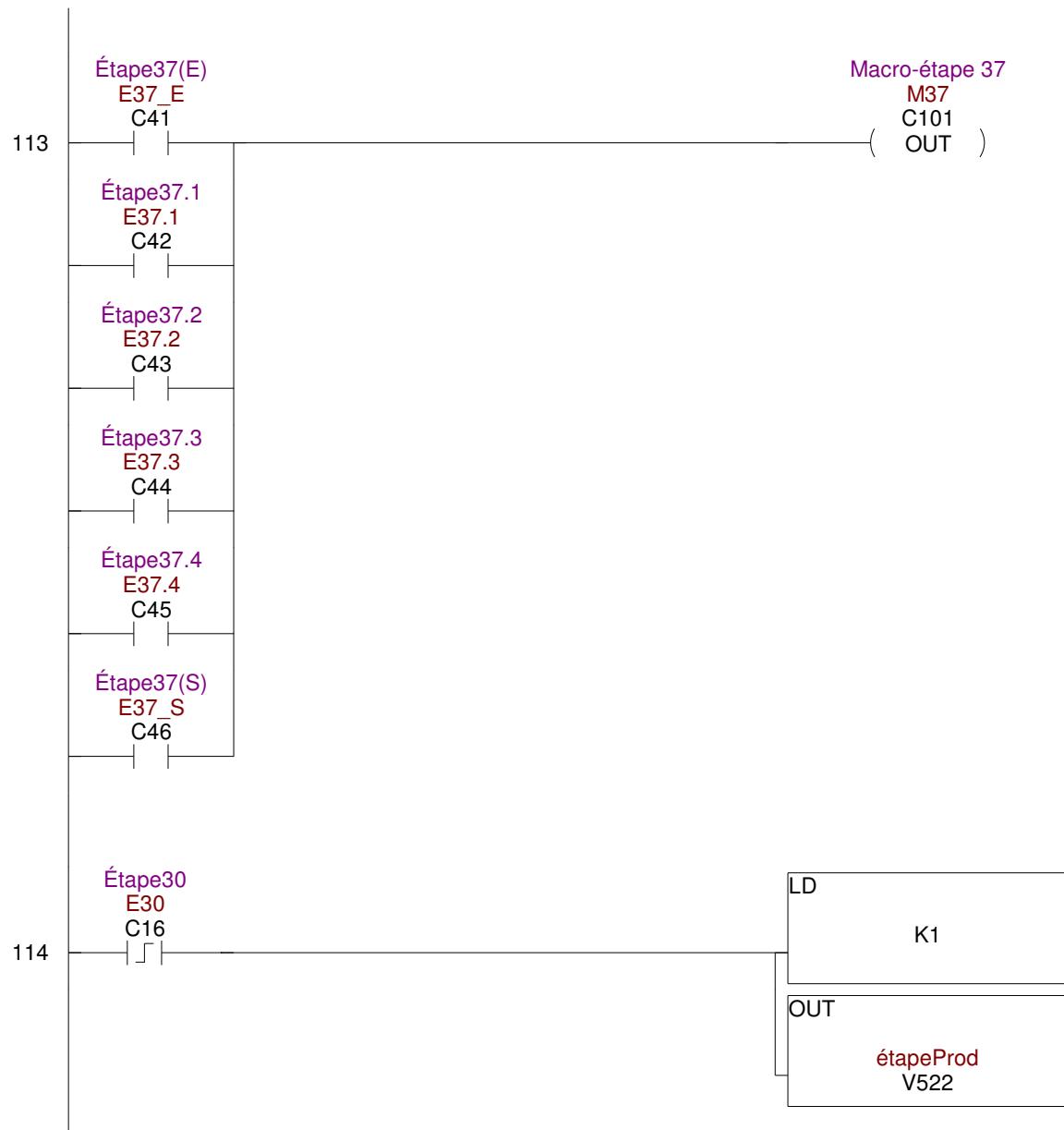


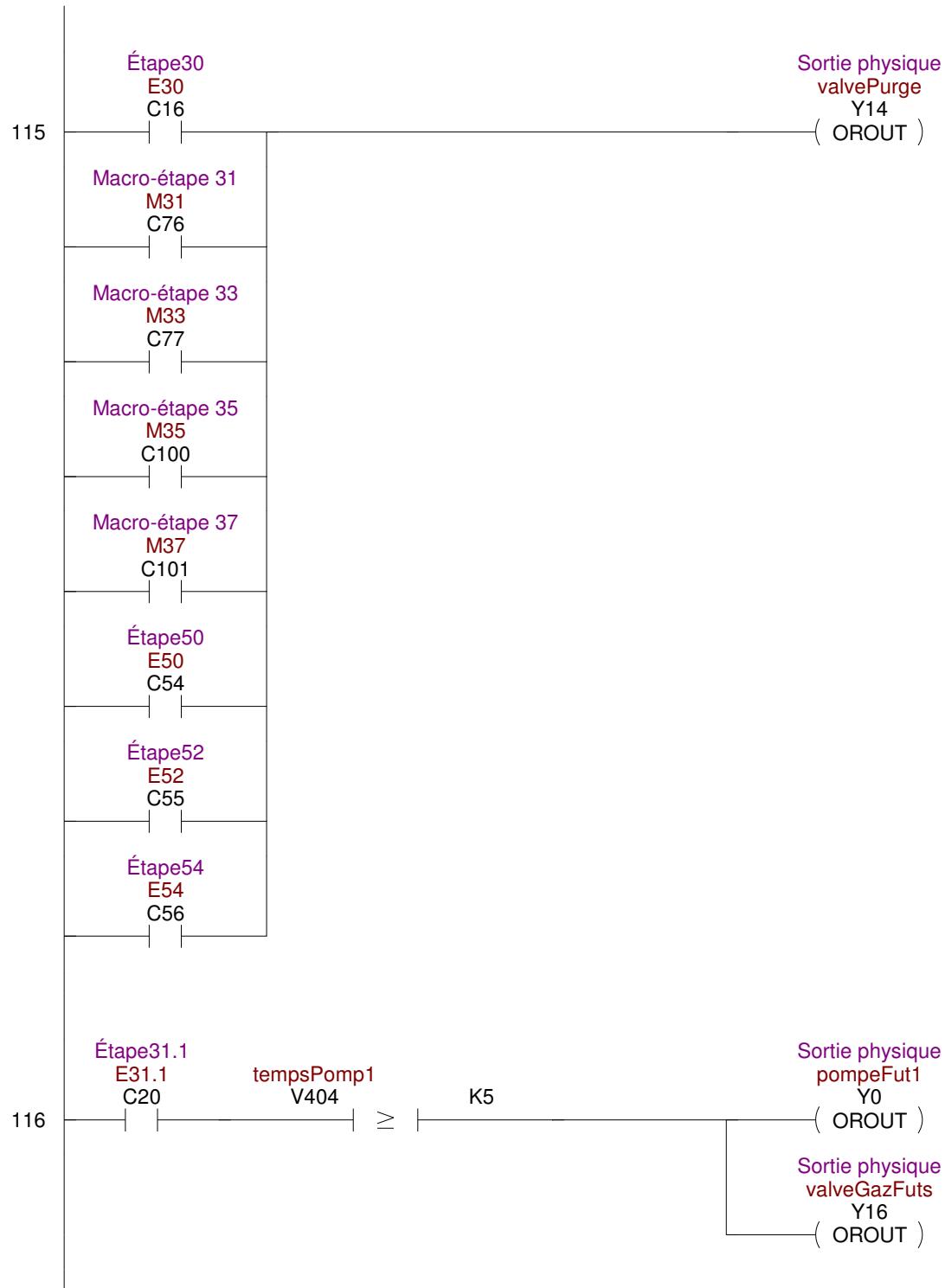


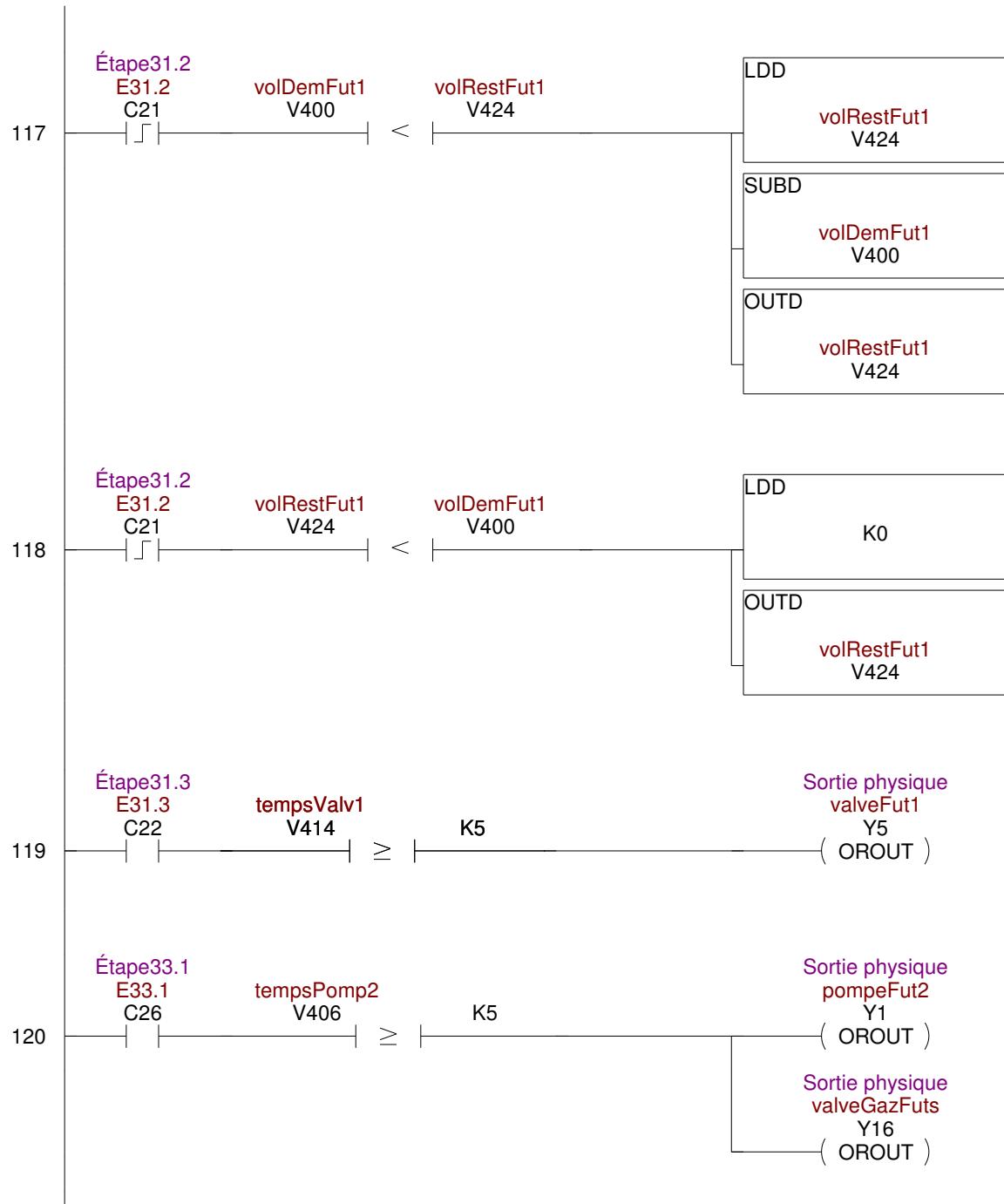


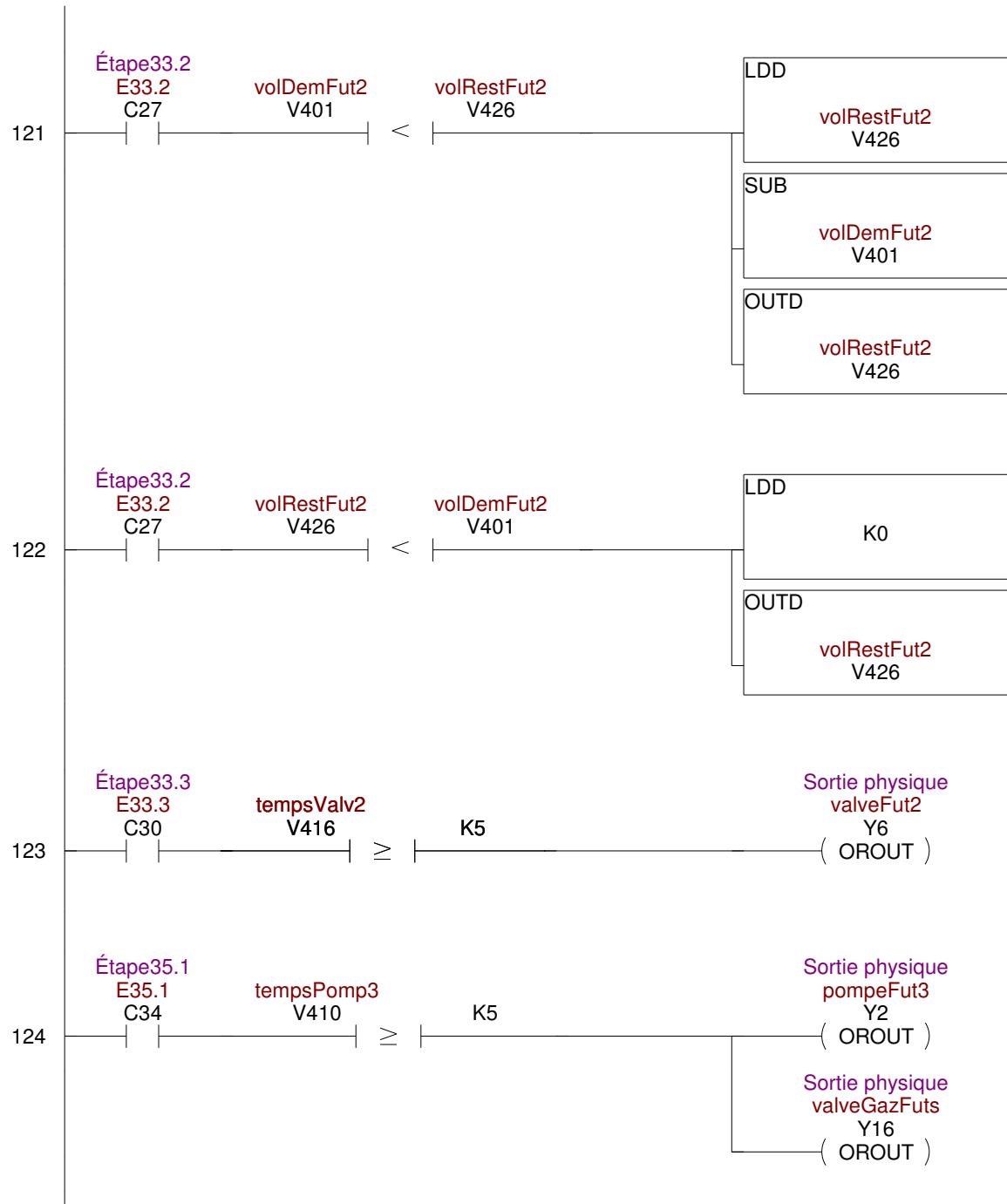


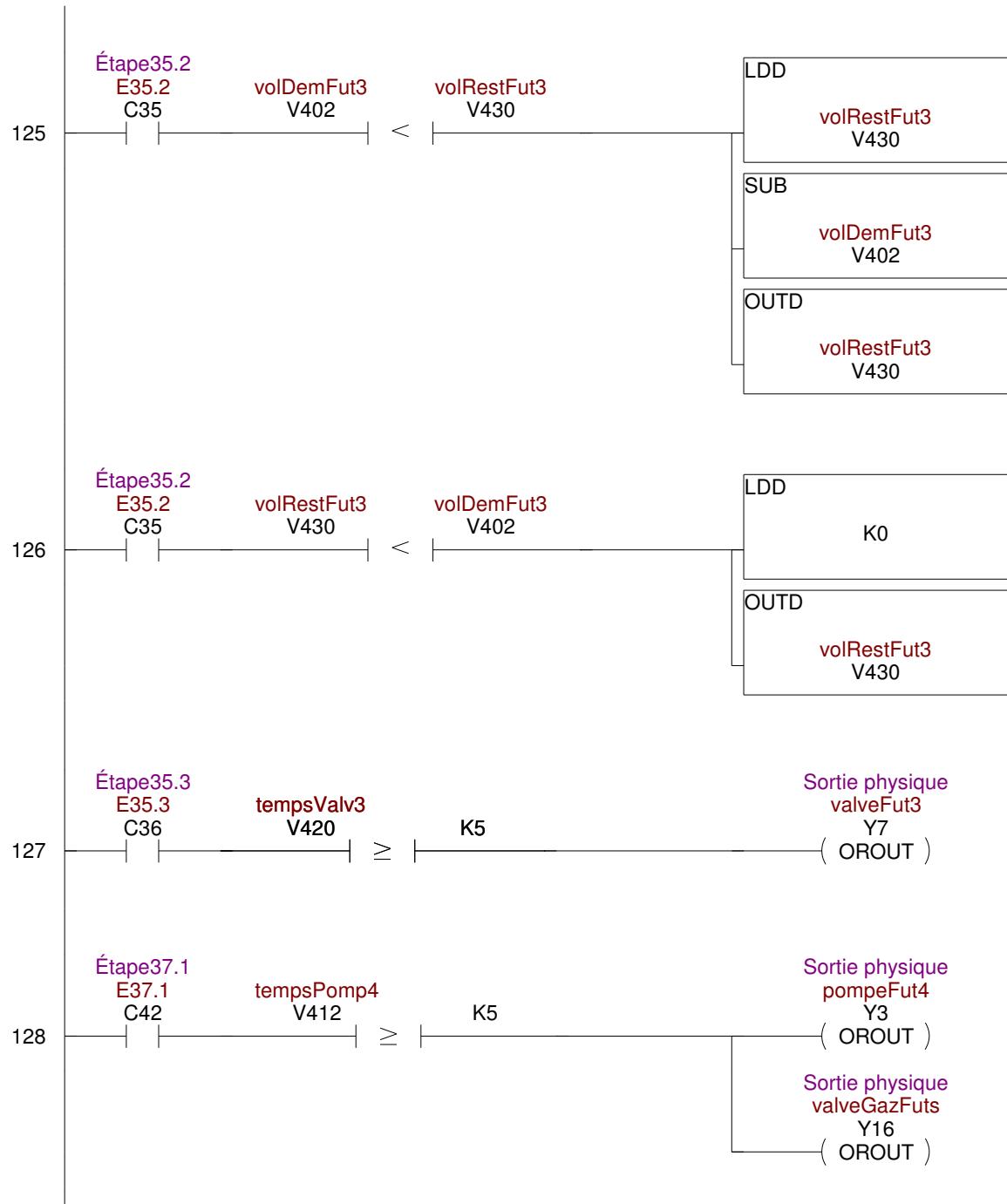


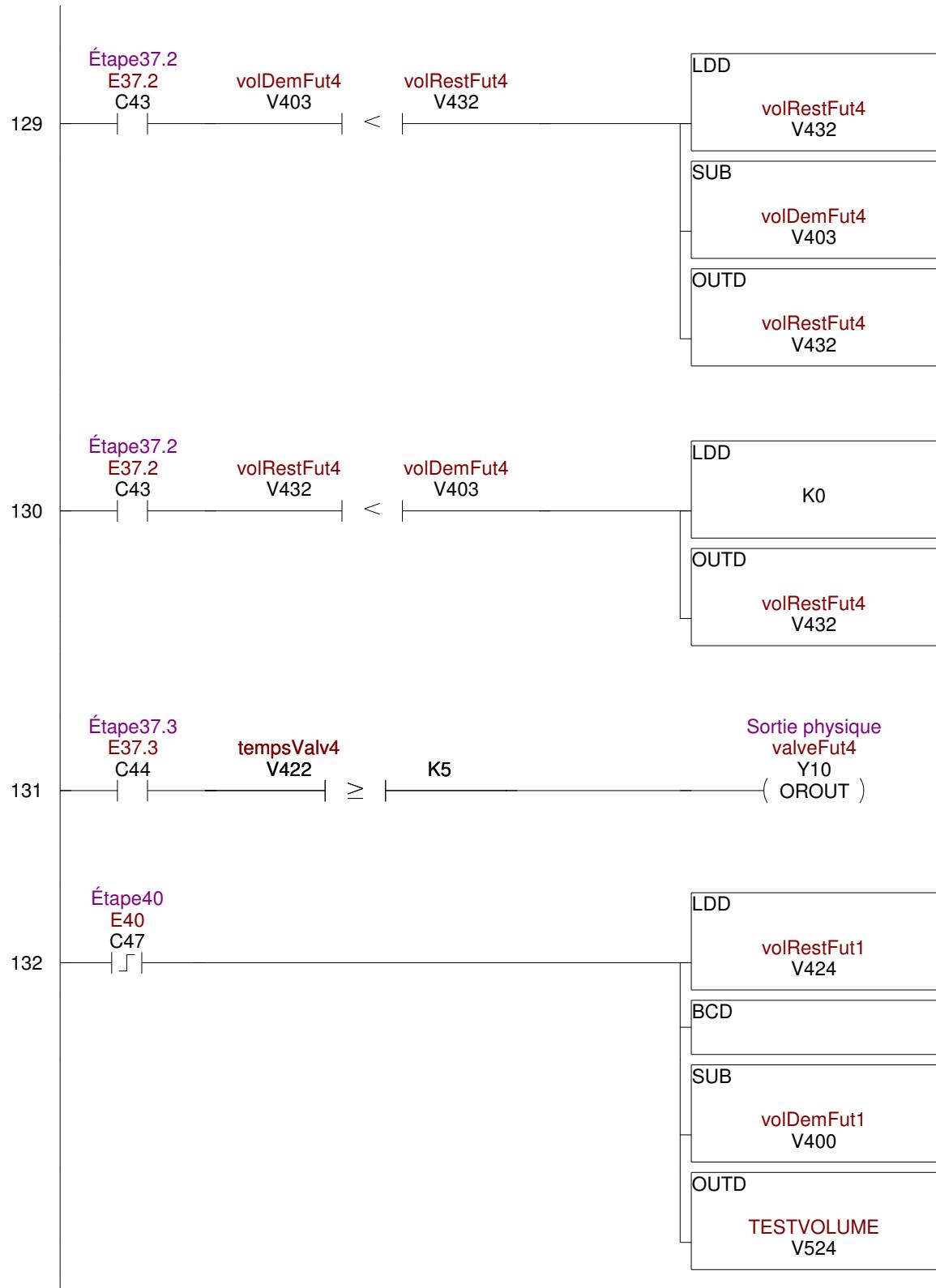


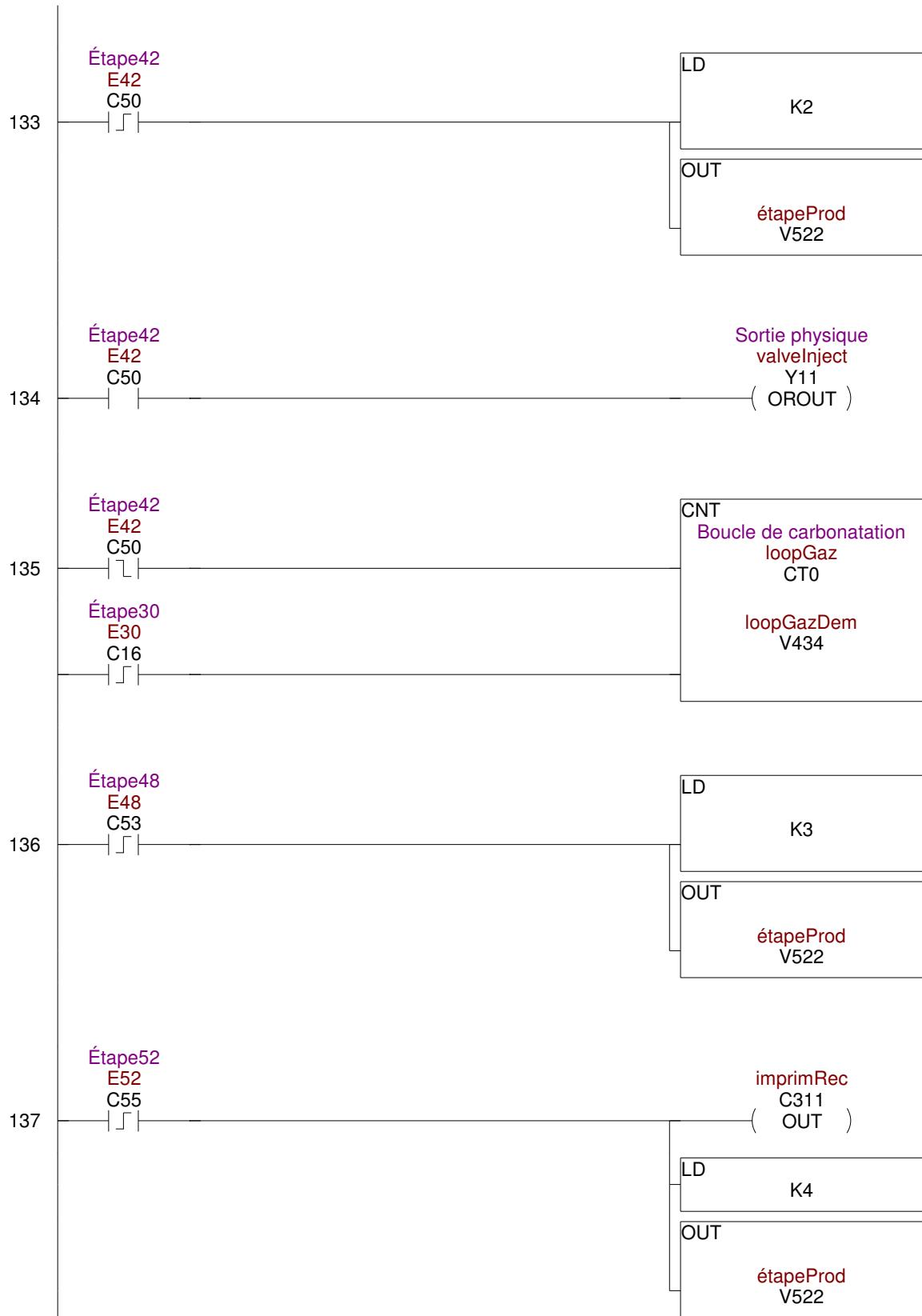


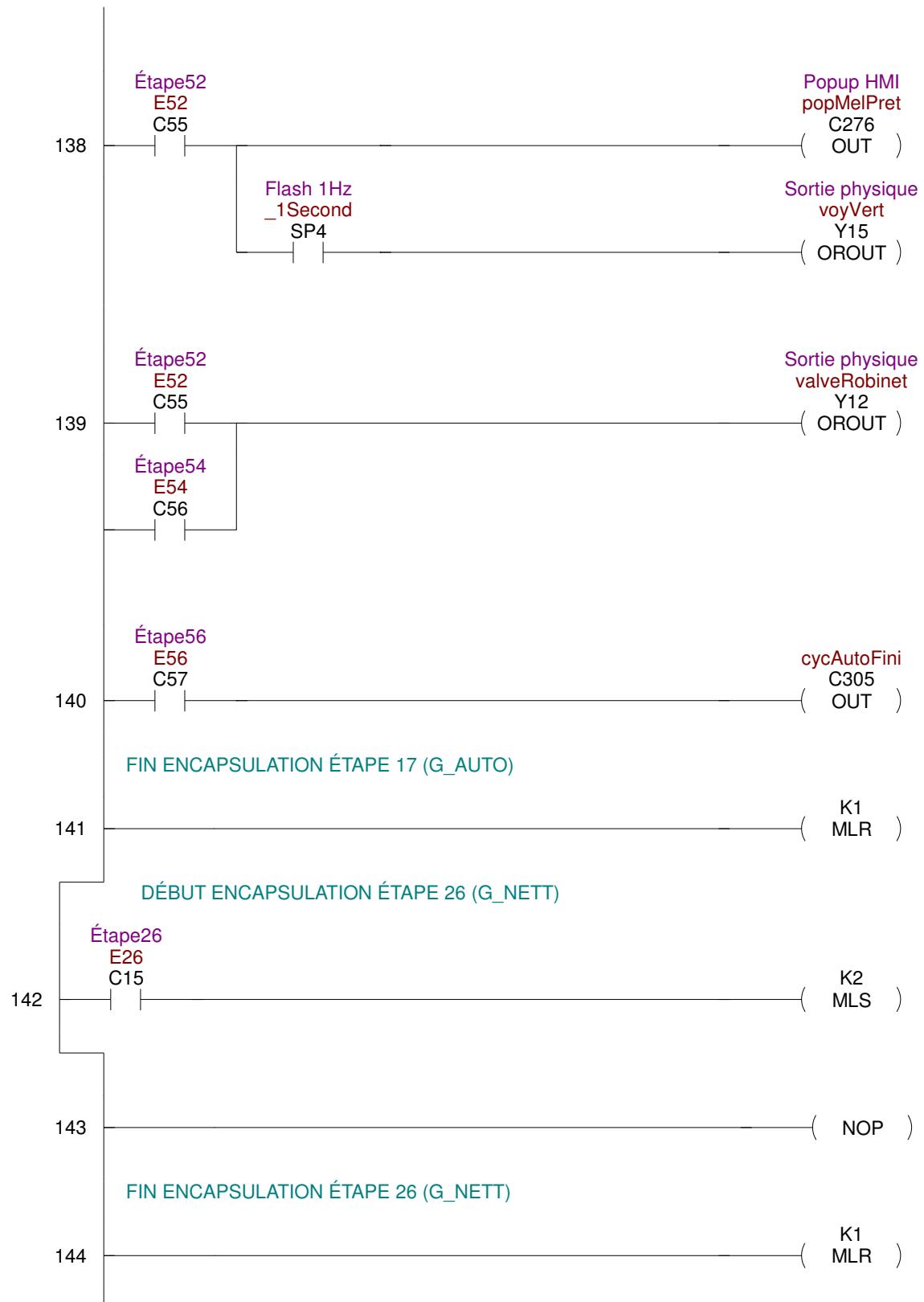


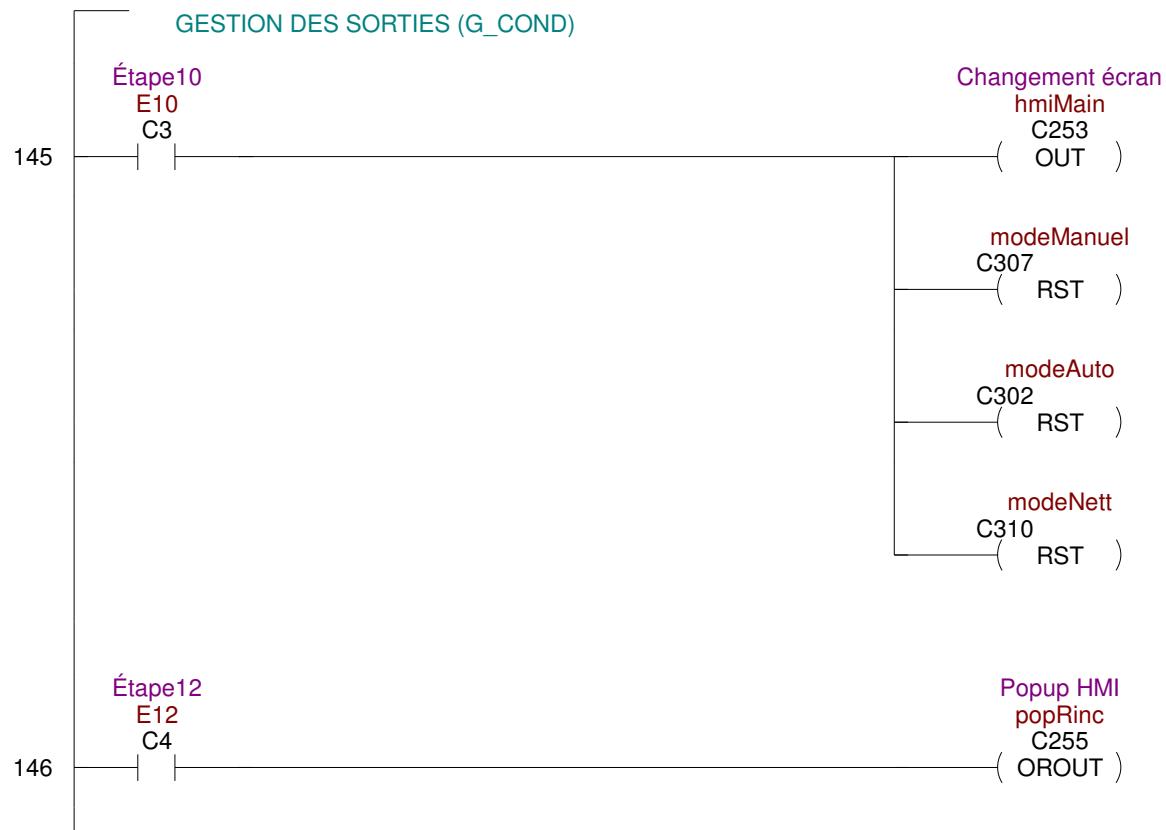


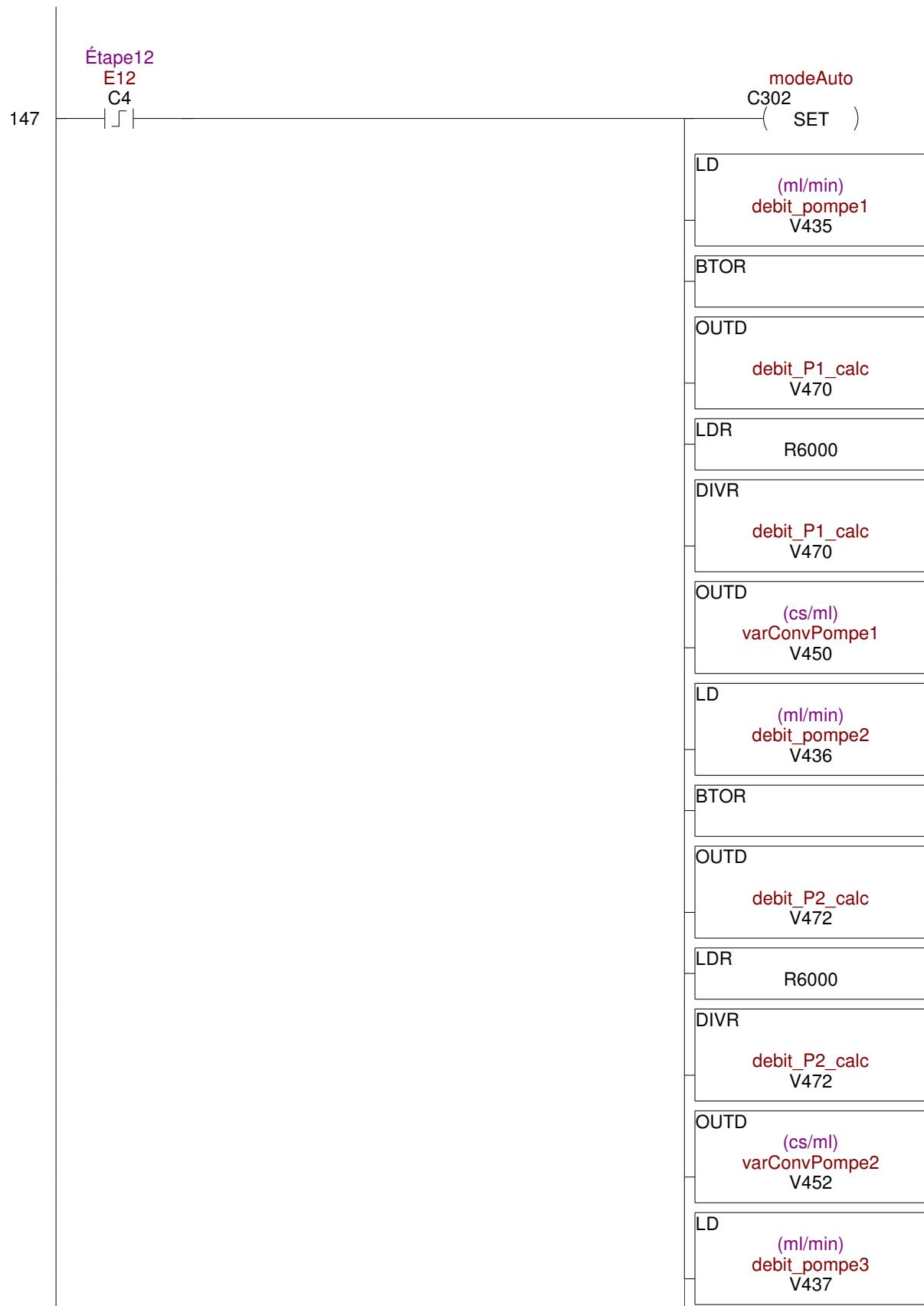


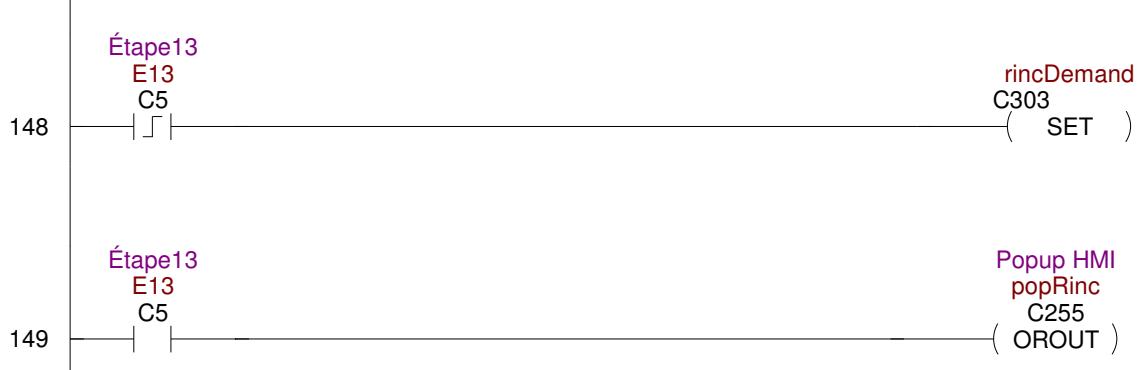
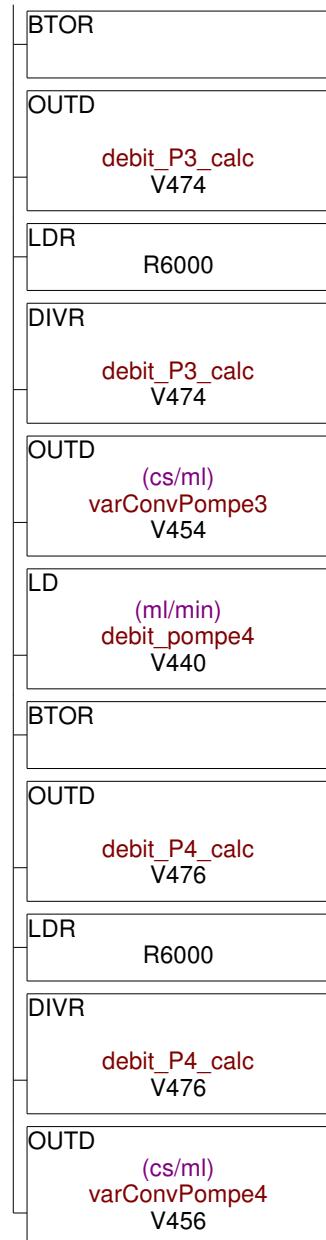




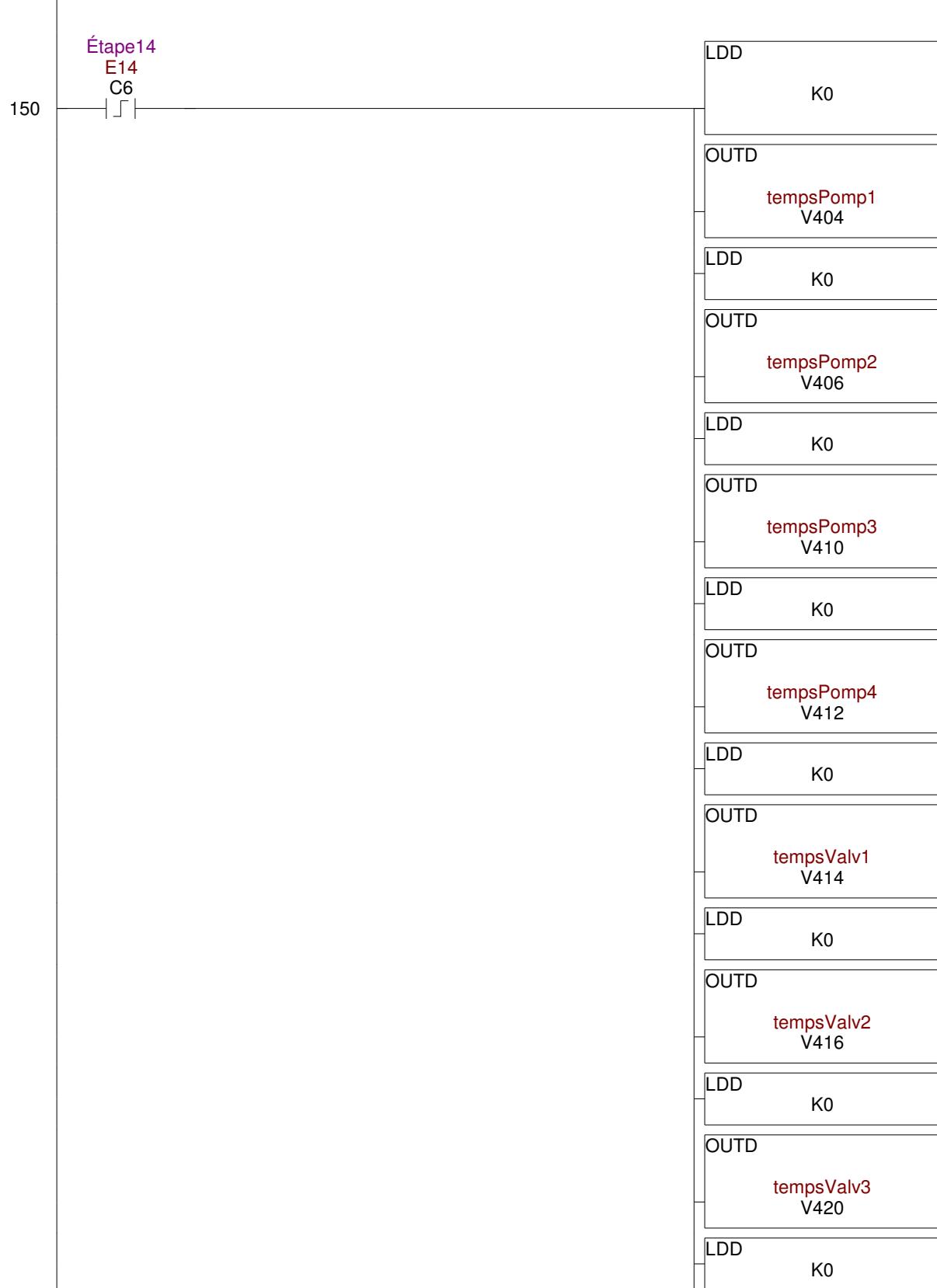


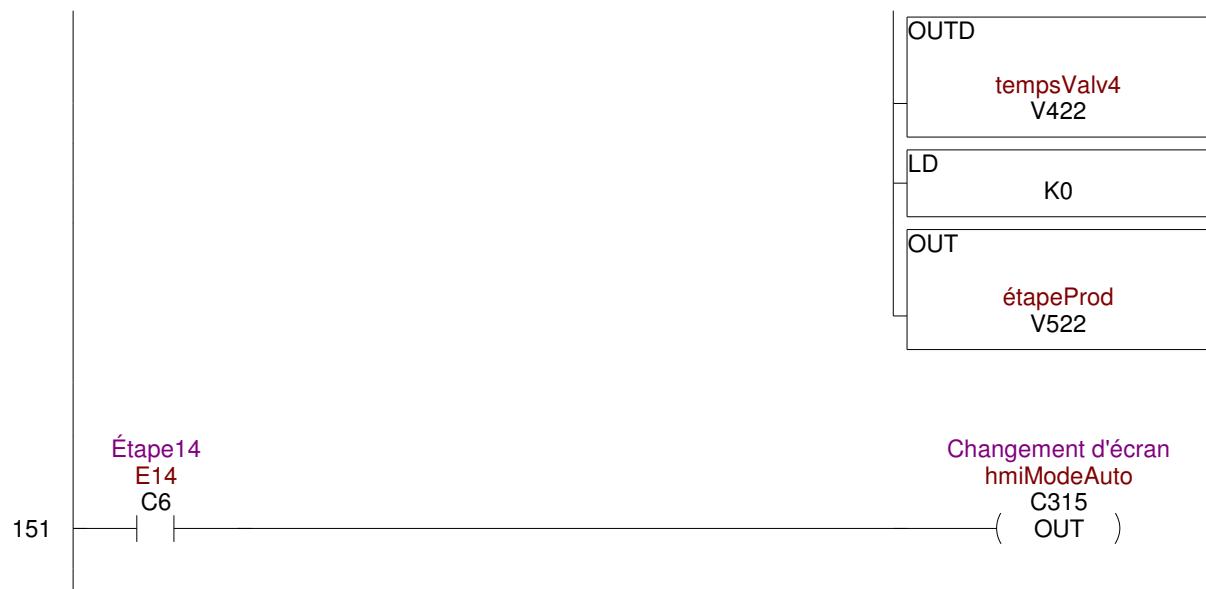


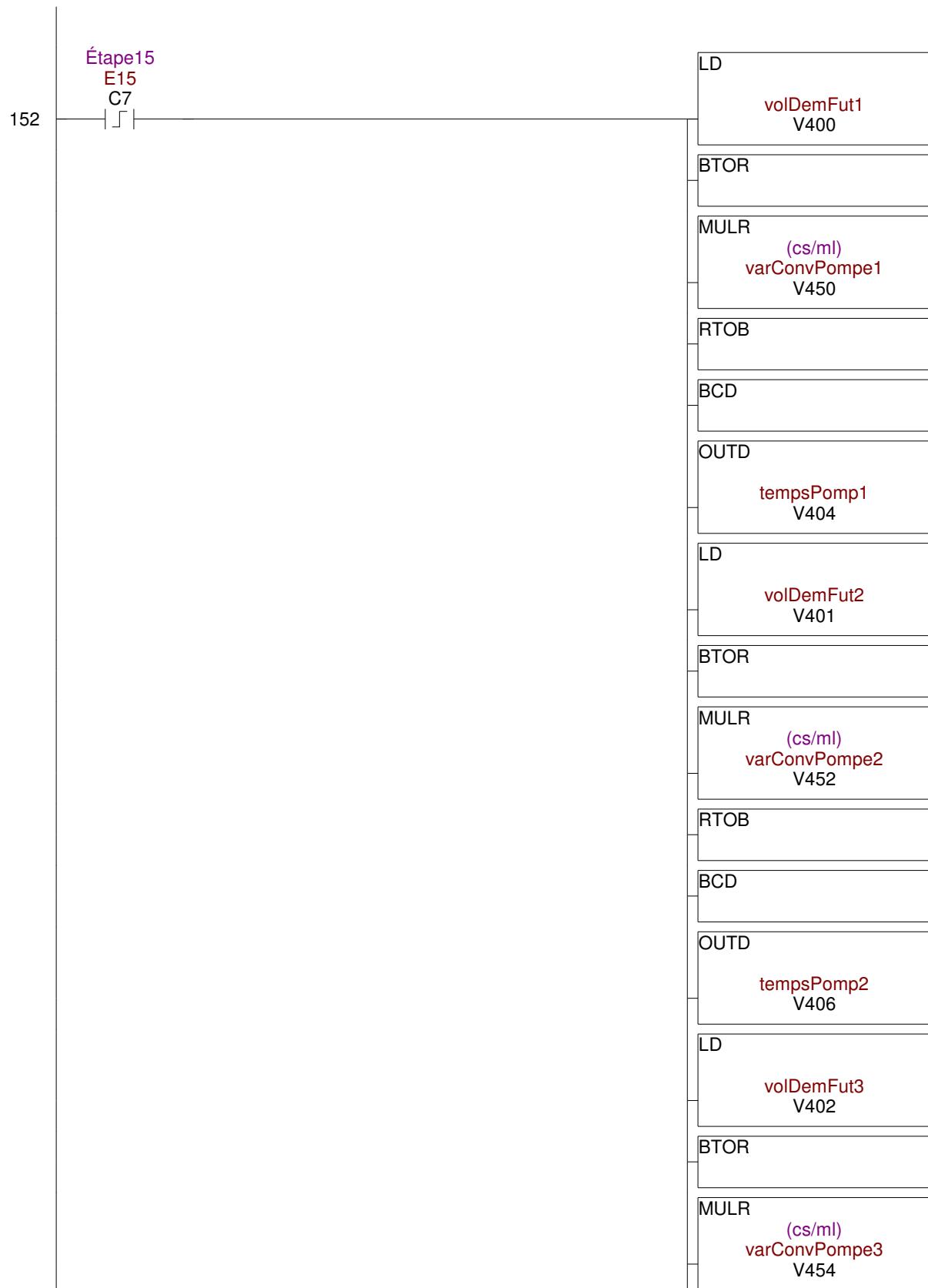


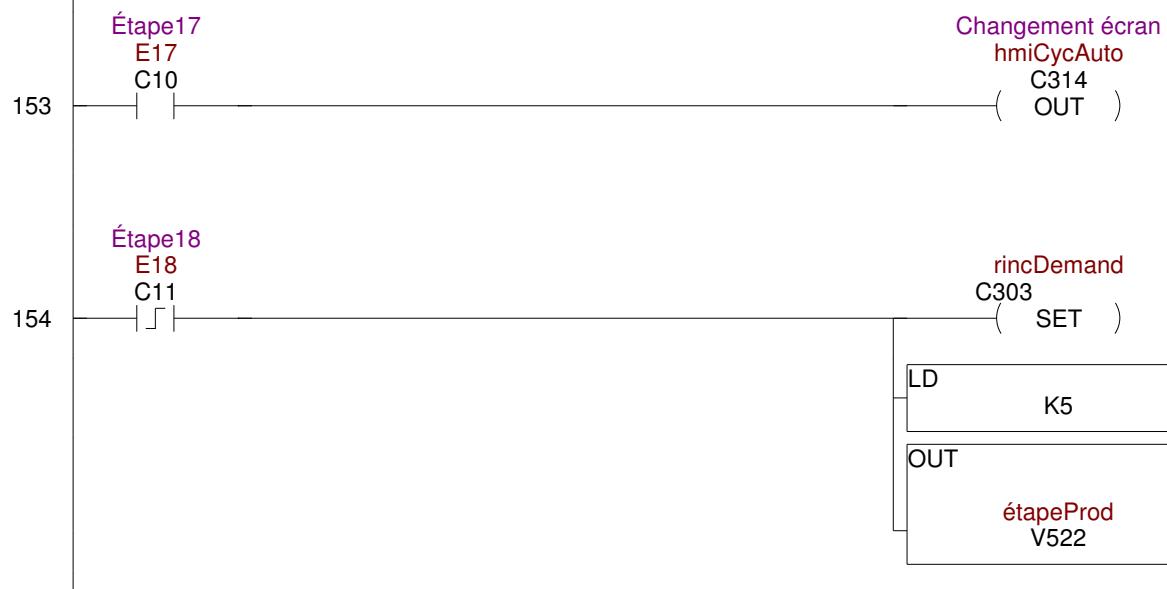
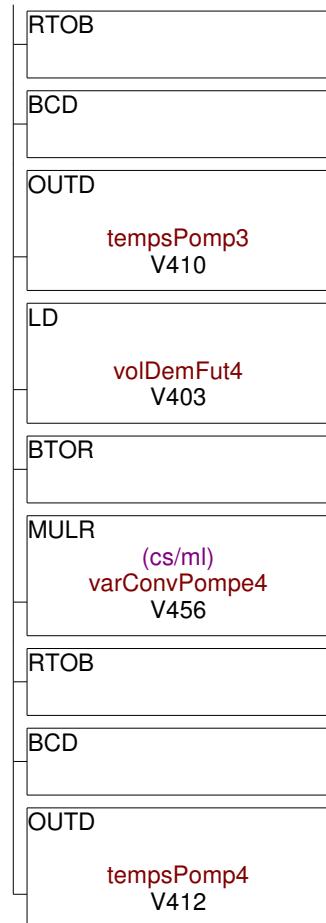


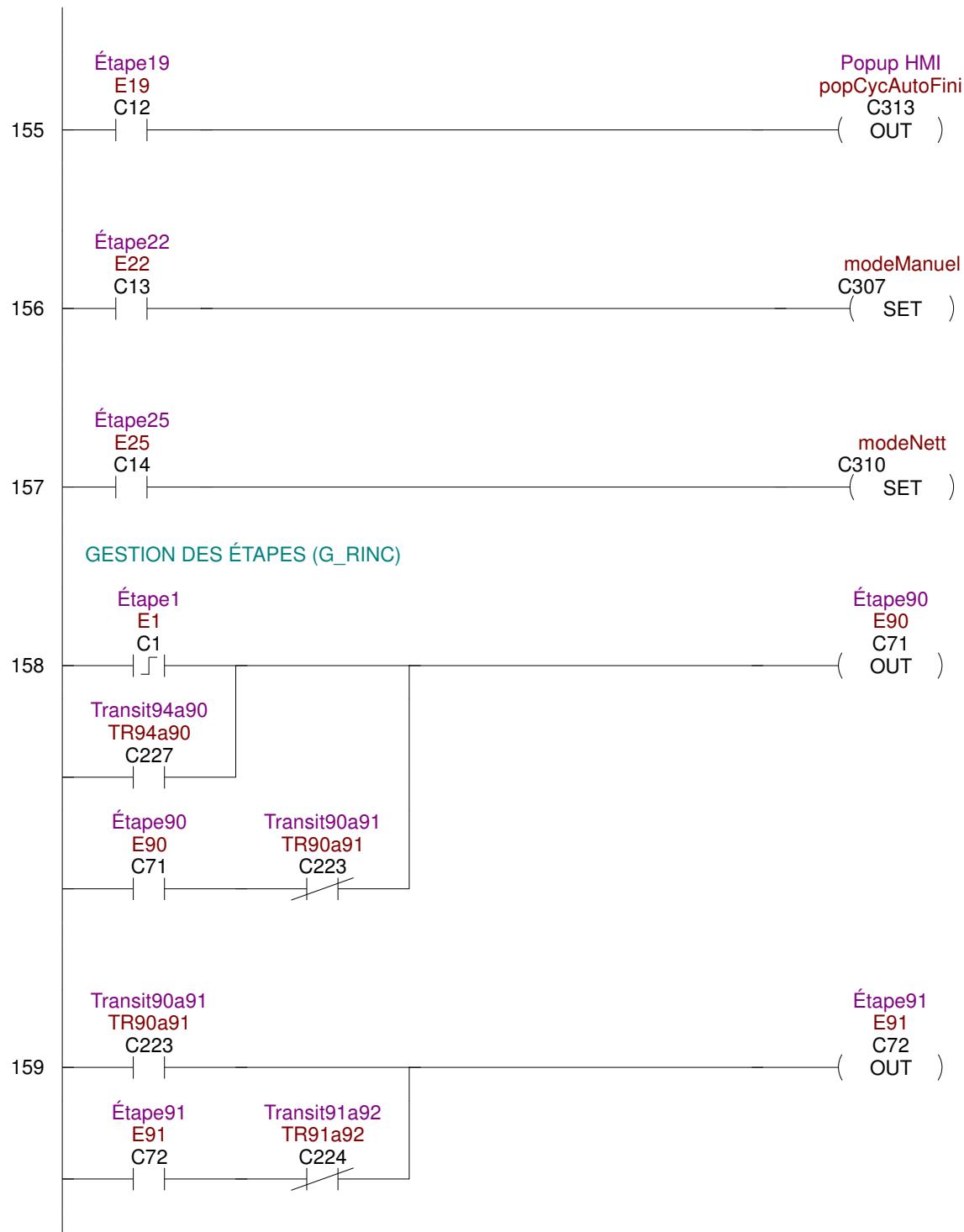
|

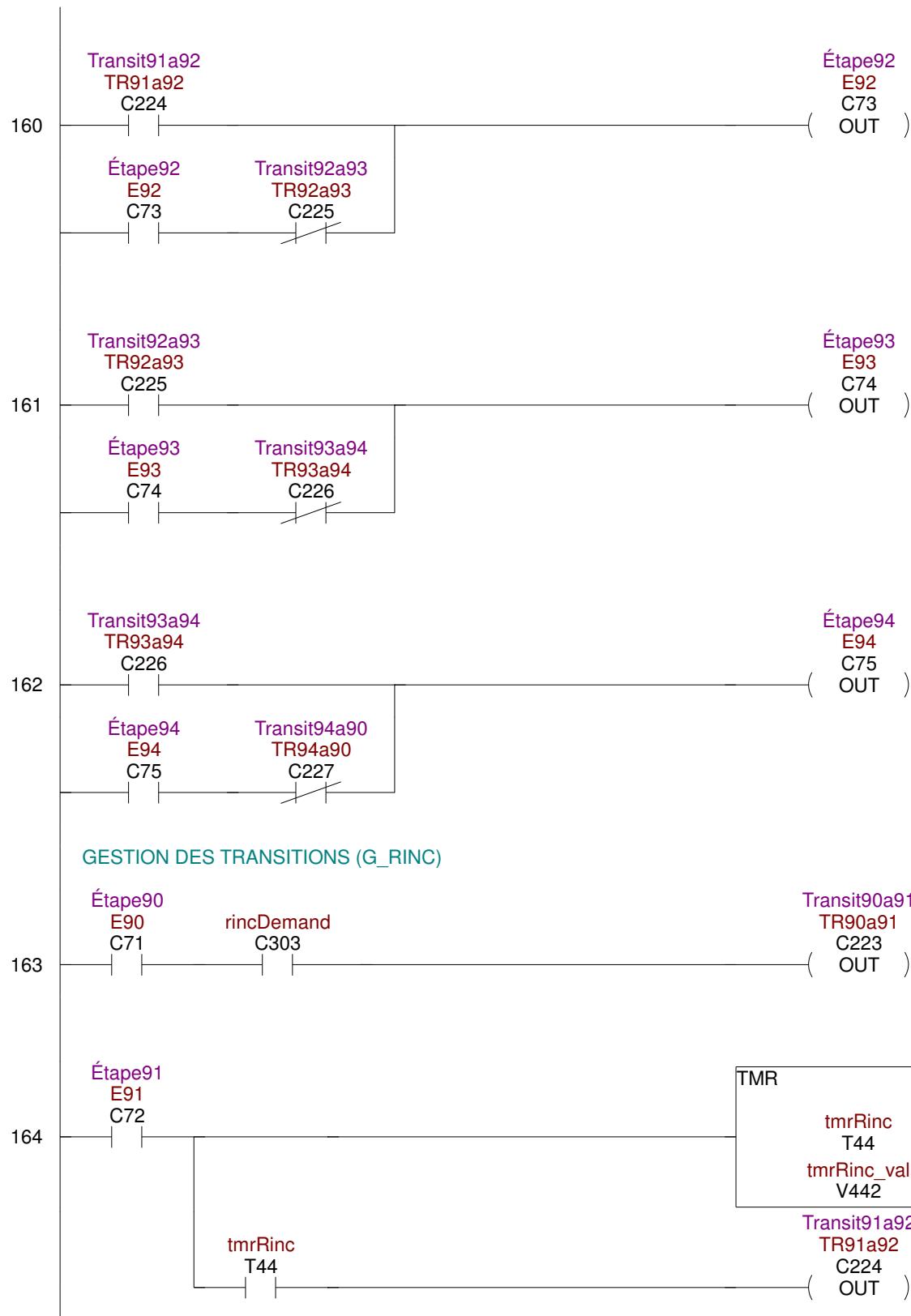


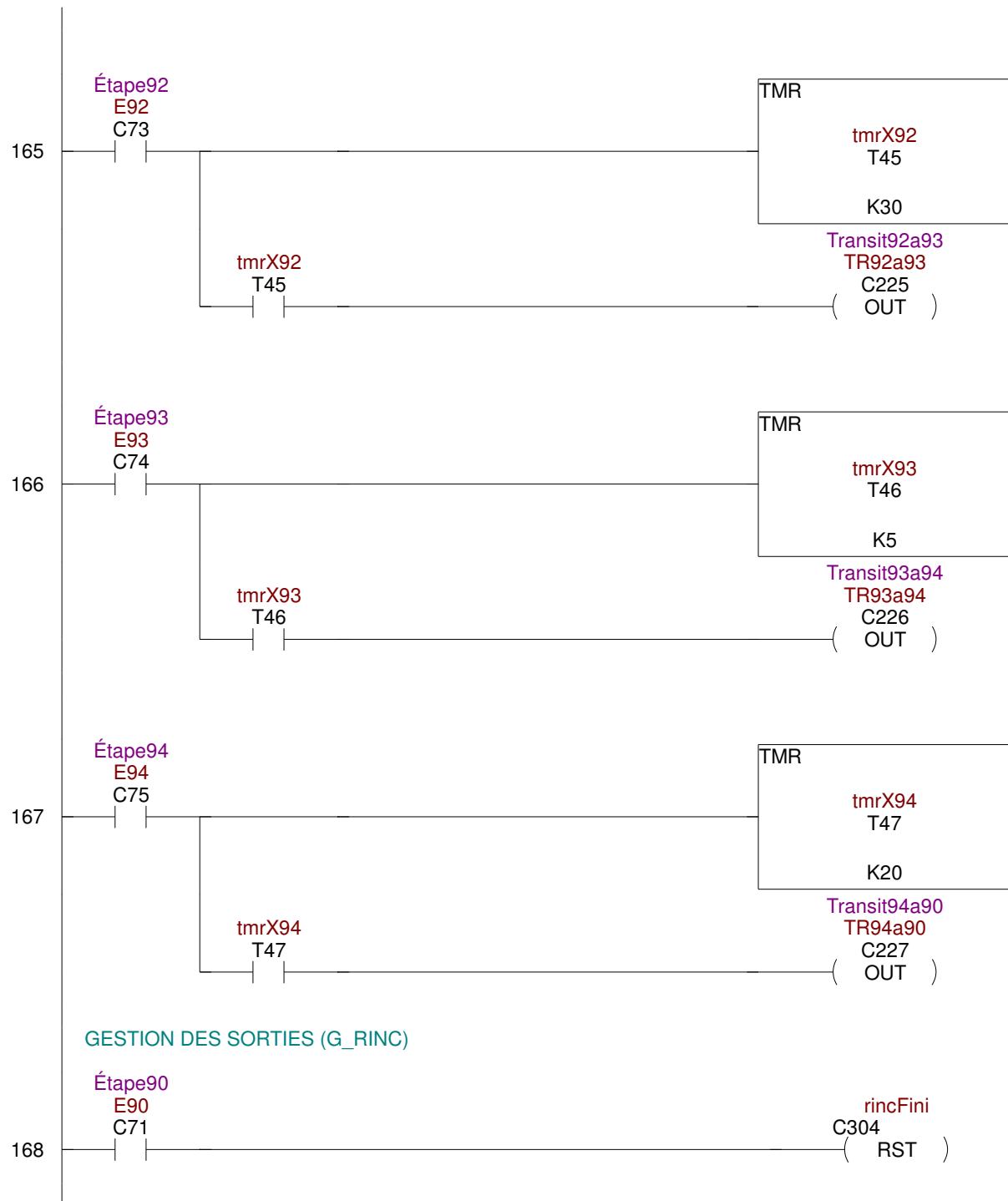


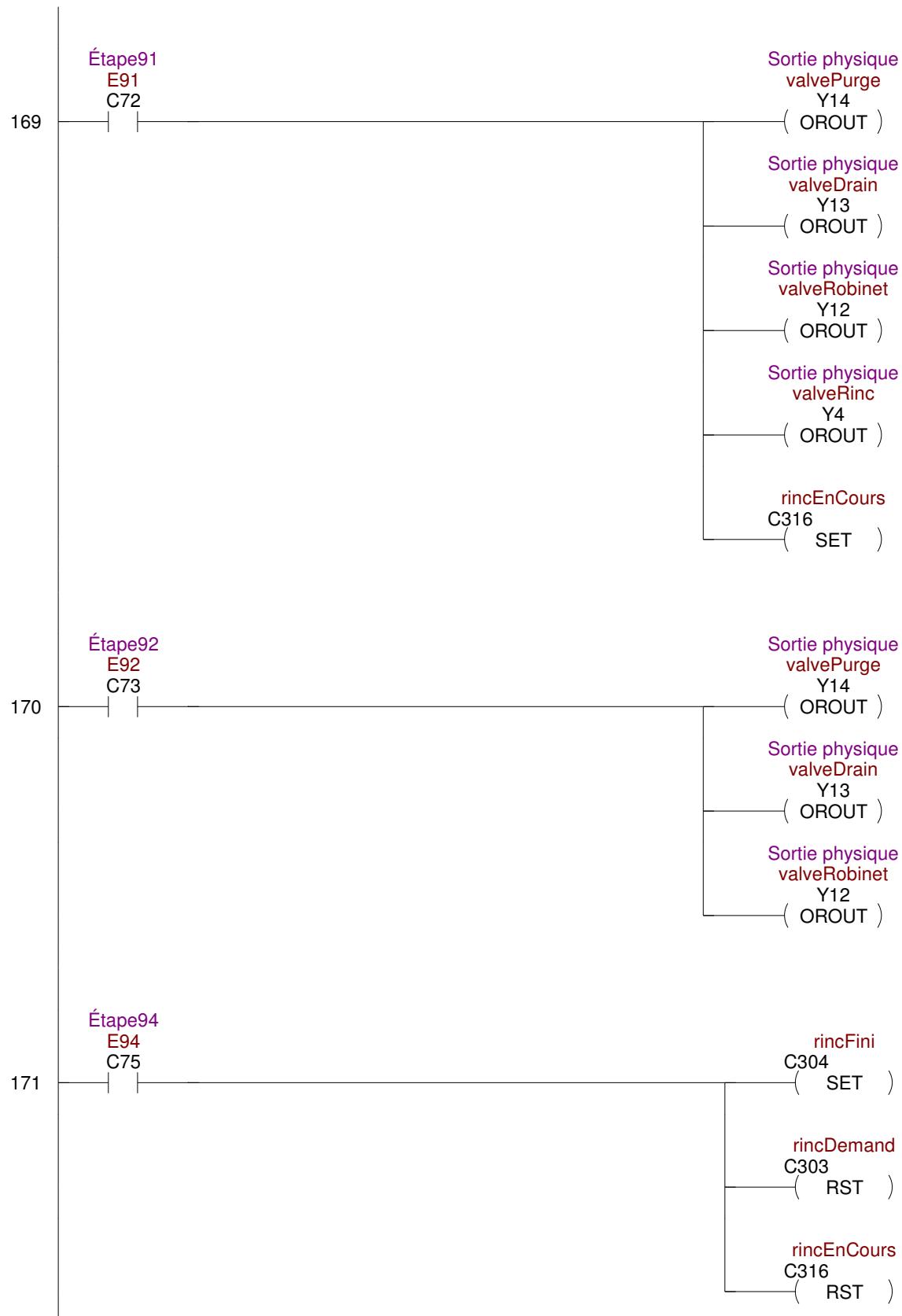


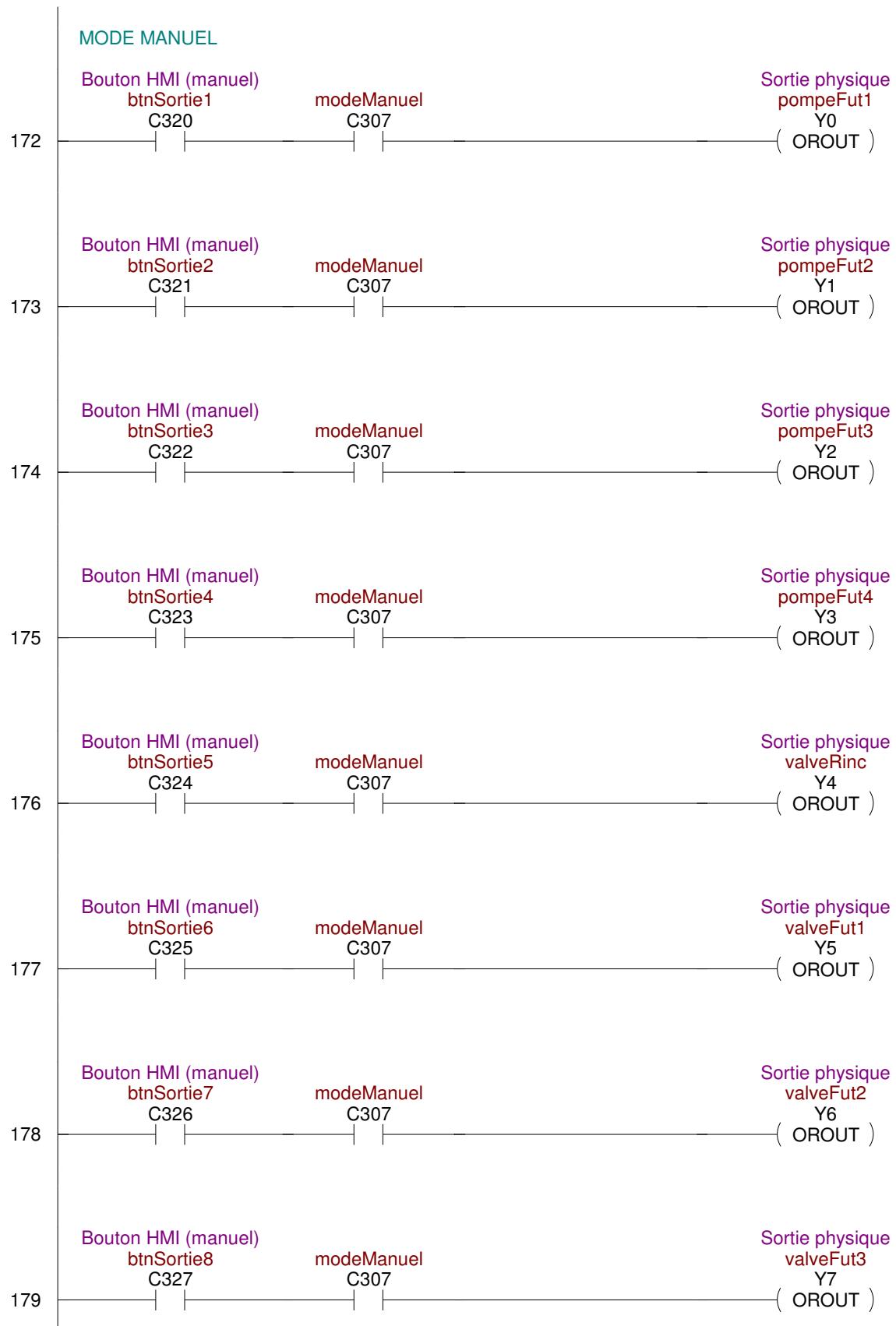


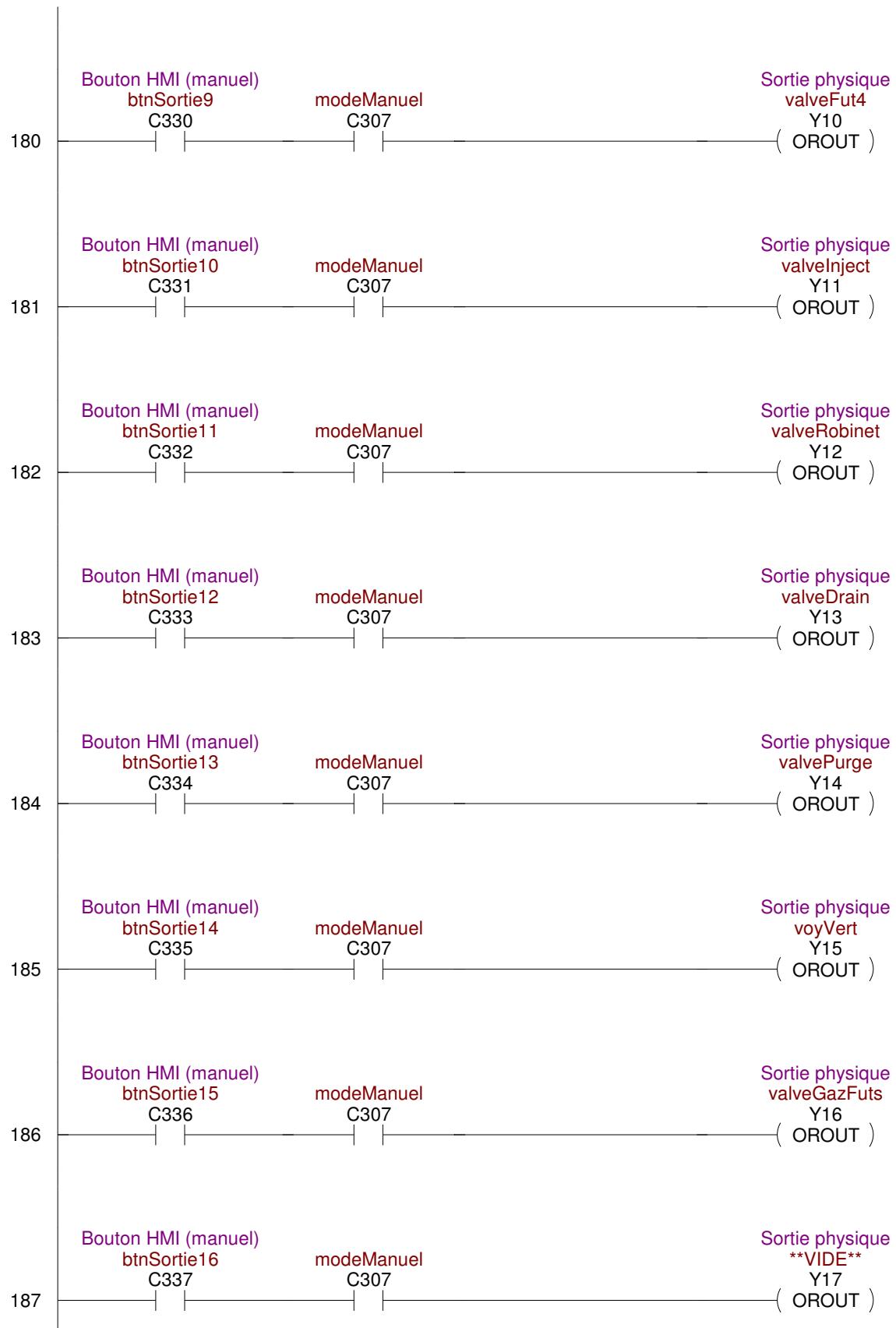


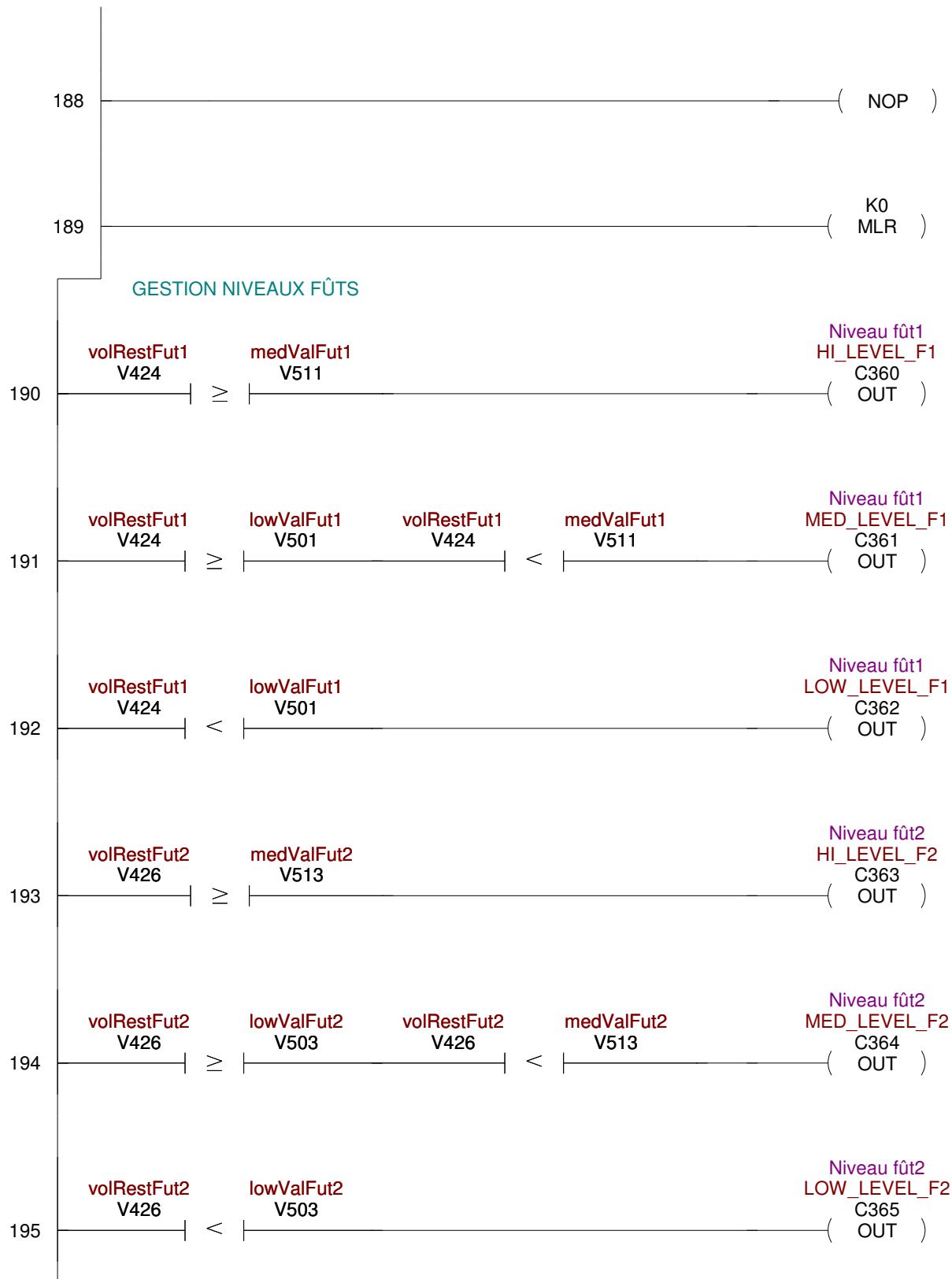






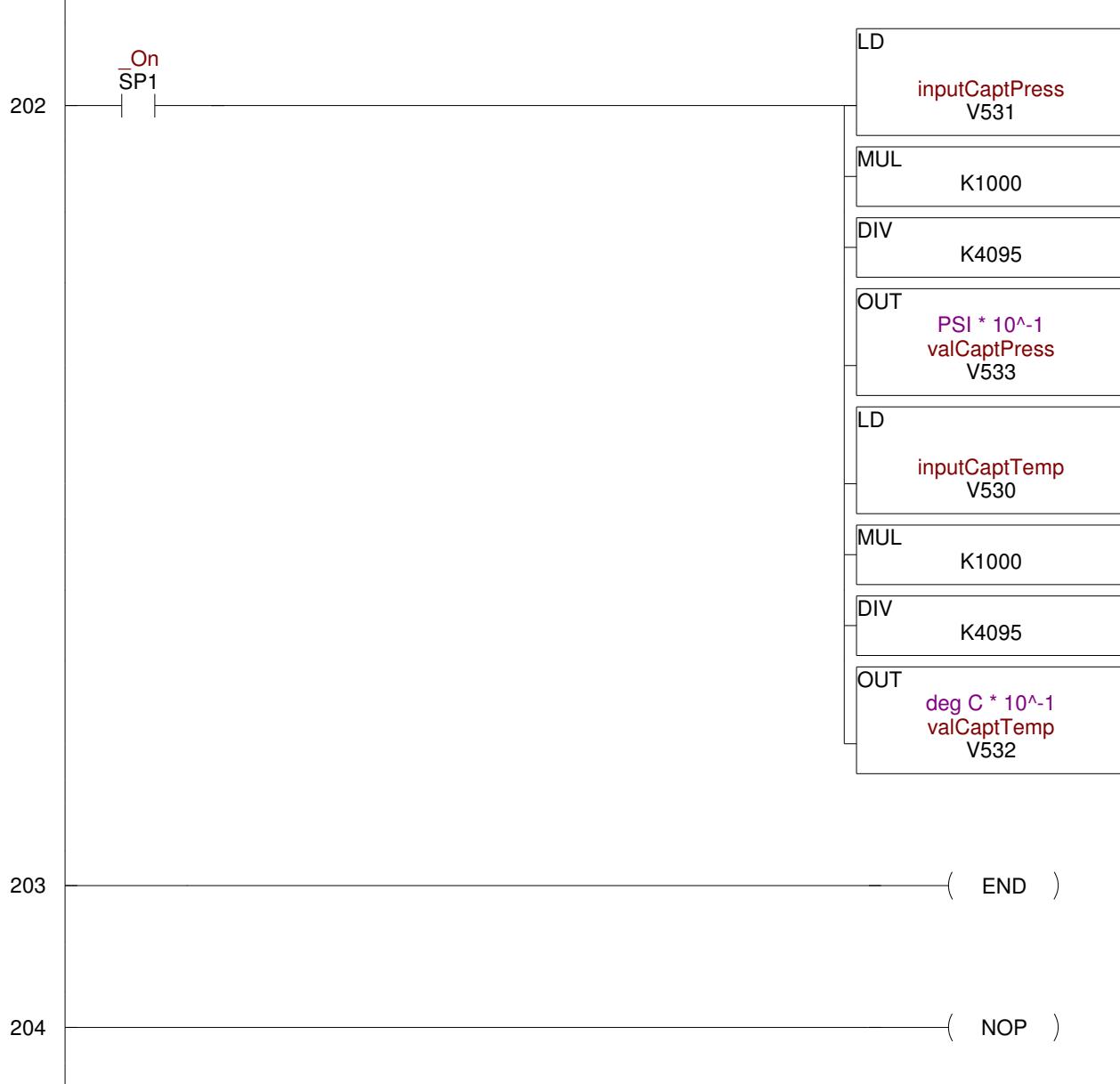








## CONVERSION ENTRÉES ANALOGIQUES





[o iq.qc.ca](http://o iq.qc.ca)