

CHAPITRE IV : AUTOMATISATION DU PROCESSUS DE PRODUCTION D'ETHANOL

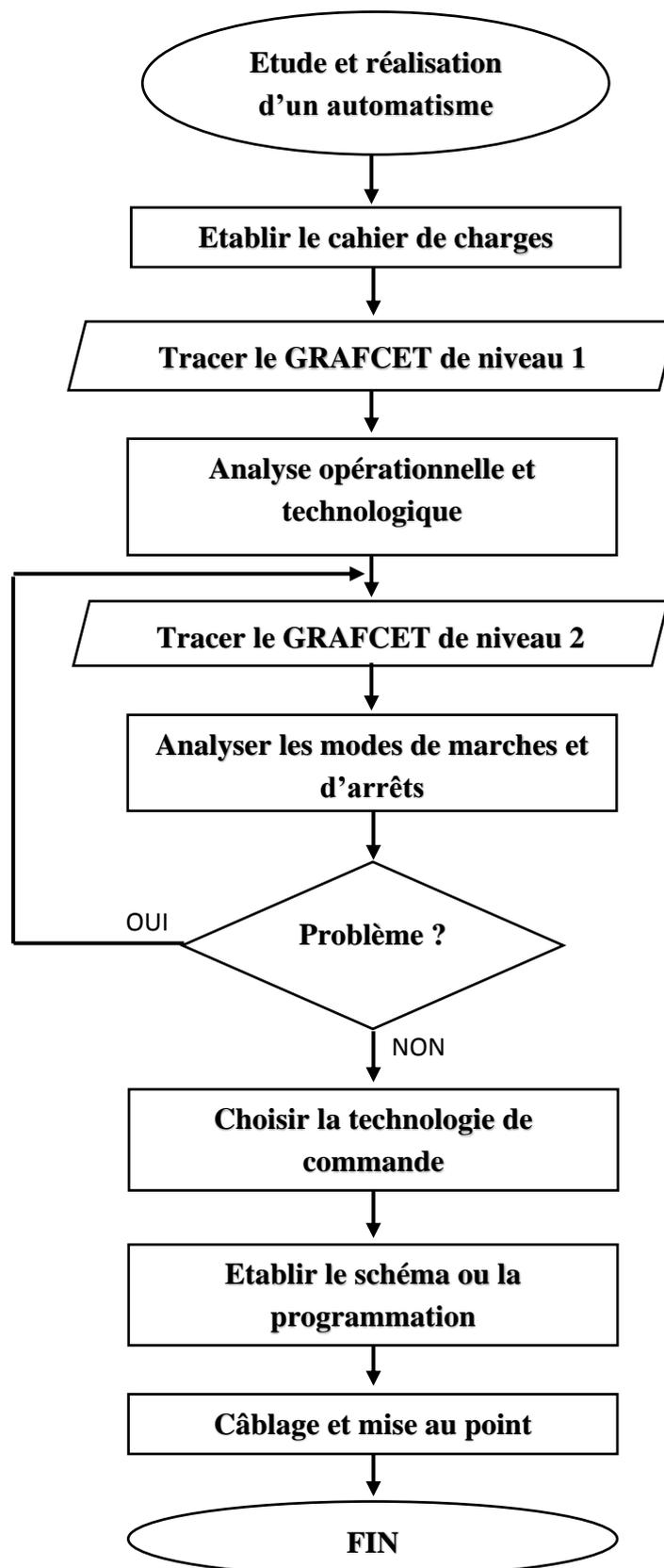


Figure 34: Processus d'étude d'un automatisme

IV.1. DESCRIPTION DU SYSTEME DE PRODUCTION

IV.1.1. Description générale de l'installation

Selon le processus ci-dessous, l'installation est composée de plusieurs éléments :

- Une cuve de pesage.
- 2 vérins pour l'ouverture de la cuve de pesage et un vérin pour le levage de ce dernier.
- 3 convoyeurs pour le transport des cannes et un pour celle des bagasses.
- 2 scies rotatives pour le coupage des cannes.
- 2 niveleurs pour réguler le passage des cannes.
- 2 vannes d'éjection d'eau (une pour le lavage, une pour l'eau d'imbibition).
- 4 moulins pour extraire le jus de canne.
- Une cuve de versement pour les jus extraits.
- 2 filtres dont une rotatif et une simple.
- 2 pompes d'amener des fluides.
- Une cuve de fermentation.
- 5 cuves de stockage (acide, levure, vinasse, résidu de la distillation, cuve de stockage de l'éthanol).
- 3 voyants pour dialogue entre machine et opérateur.
- 5 échangeurs de chaleur.
- Un pénévaporateur.

Etant donné que notre procédé de production est une production d'éthanol de première génération, avec la canne à sucre comme matière première. La production peut être divisée en cinq (5) phases :

Le pesage de la canne à sucre :

Le pesage s'effectue à travers une balance qui détecte la masse de la canne à sucre à presser pour obtenir la quantité voulue d'éthanol à produire, selon le volume des cuves de fermentation, des réservoirs de stockage et de la colonne de distillation.

Le transport, le lavage et le coupage des cannes :

Le transport de la canne à travers les différents organes s'effectue à l'aide des convoyeurs. Quant au fluide liquide, leur transfert s'effectue à l'aide des conduites, soit par

gravité, soit forcé. Durant ce transport, les cannes doivent passer par un poste de lavage afin d'extraire les boues et saleté incorporés dans les cannes.

Avant de passer à la presse, les cannes sont coupées en petit morceau afin de faciliter l'extraction du jus lors du broyage.

Le broyage vers la cuve de fermentation :

Le broyage des cannes s'effectue par l'intermédiaire de 4 moulins afin d'extraire le maximum de jus que contient les cannes. A la 4^{ème} moulin, l'injection d'eau chaude sur la canne favorise le rendement du jus extrait mais diminue le degré du vin. C'est pour cette raison que le nombre de pression de la canne est élevé dans le but de rattraper l'inconvénient de la diminution du degré de vin. Une fois broyé, le jus extrait passe à travers deux filtres afin d'extraire les quelques fibres de canne présents dans le jus avant d'être amené dans la cuve de fermentation.

La fermentation :

Seul les actions générales au commencement et à la terminaison du processus de fermentation qui sont automatisés, vu que, pendant la fermentation, nombreux sont les facteurs pouvant intervenir entre temps pour revoir à chaque instant le bon déroulement de ce procédé. Cela nécessite la surveillance et l'intervention de l'opérateur.

Au début de la fermentation, la quantité de levure et d'acide à verser dans la cuve de fermentation est imposée par l'opérateur selon la quantité du jus présent dans la cuve, du teneur en sucre et de nombreux paramètres chimiques à déterminer et à considérer. Une fois que le jus est fermenté, la fermentation est terminée.

La distillation et pervaporation :

A la terminaison de la fermentation, le jus fermenté est amené vers la colonne de distillation afin d'extraire l'alcool contenue dans le mélange eau alcool. Cela se manifeste par les transferts de chaleur au sein de la colonne par l'utilisation de quelque échangeur de chaleur (bouilleur, condenseur, évaporateur). L'alcool distillé passe ensuite à travers le pervaporation pour séparer les quelques pourcentage d'eau restant dans le distillat, dans le but d'obtenir de l'alcool 99,5° (éthanol).

IV.2. AUTOMATISATION AU NIVEAU DE CHAQUE PHASE

Afin d'automatiser le système de production d'éthanol, il est primordial de connaître le détail du cycle de fonctionnement de chaque phase qui compose notre système. Il décrit en plusieurs étapes le fonctionnement de la phase pour pouvoir en découler le GRAFCET. C'est ce GRAFCET qui nous permettra de programmer le système dans le langage de programmation voulu et le commander, pour notre cas, c'est le langage LADDER.

IV.2.1. Phase 1 : Pesage de la canne

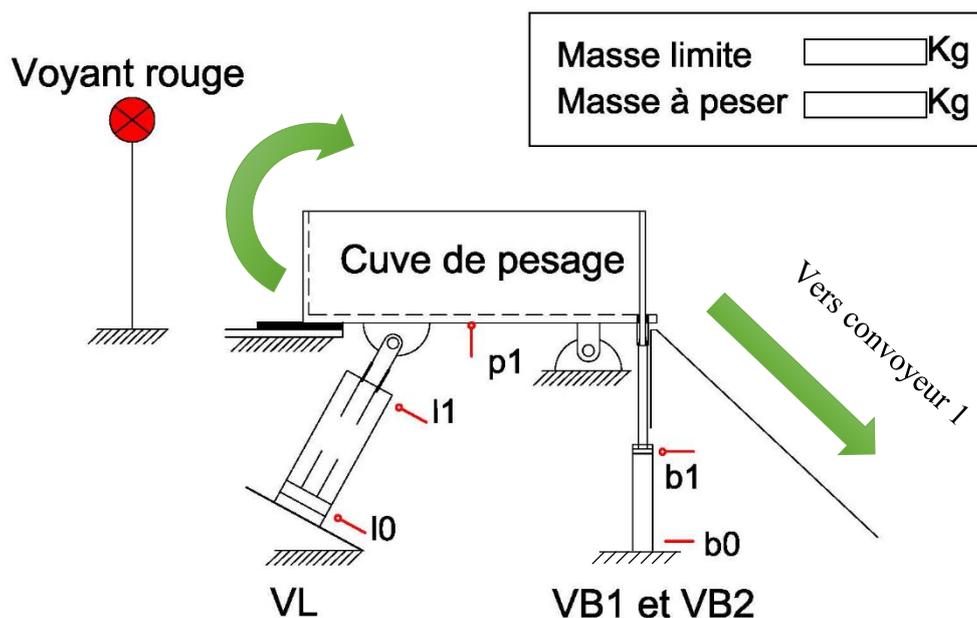


Figure 35: Schéma du système de pesage des cannes

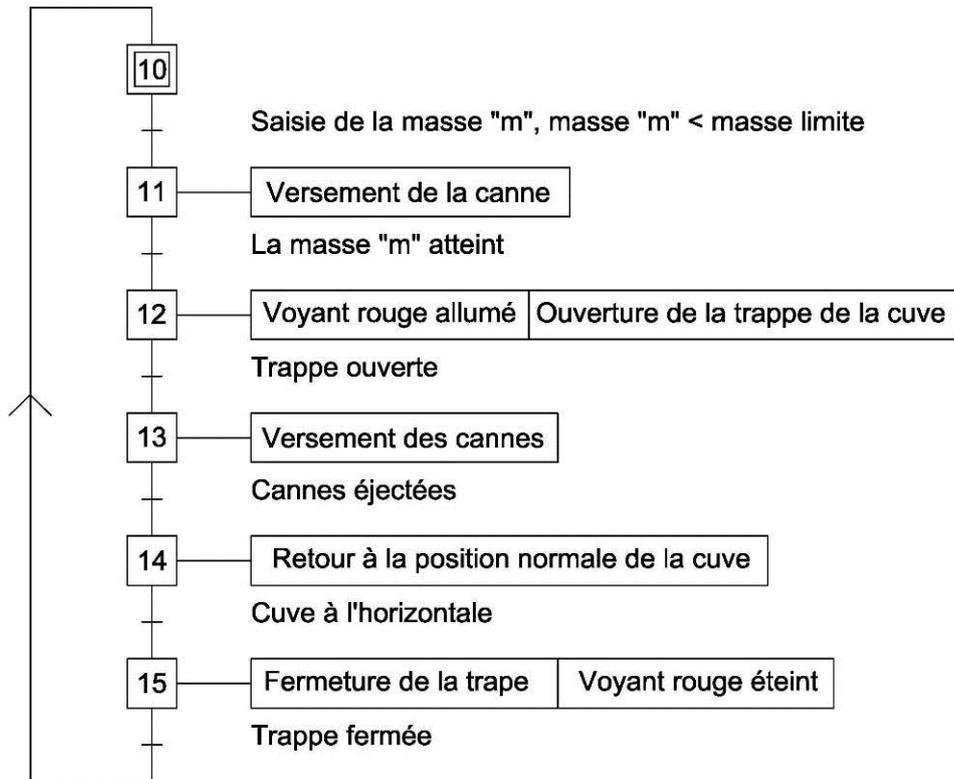
Le cycle de fonctionnement de la phase 1 :

- Avant le versement de la canne dans le pesage, la masse de la canne est imposée par l'opérateur. Cette masse ne doit pas dépasser la masse limite que le système de pesage peut supporter.
- Versement de la canne à sucre dans la cuve de pesage.
- Une fois la masse atteinte, détecté par le capteur de poids « p1 » :
 - Le voyant rouge s'allume pour avertir l'opérateur.
 - Les deux vérins de bridage VB1 et VB2 rentrent.
 - Une fois les 2 vérins de bridage rentrés, le vérin de levage VL est actionné pour verser les cannes pesées vers le convoyeur 1.
- Une fois toutes les cannes versées ou fin de course du vérin de levage :
 - Le vérin de levage rentre.

- Les vérins de bridage sortent, pour fermeture de la trappe.
- Le voyant rouge s'éteint.

IV.2.1.1. GRAFCET de la phase 1

➤ Niveau 1 : point de vue opérateur



➤ Niveau 2 : point de vue commande

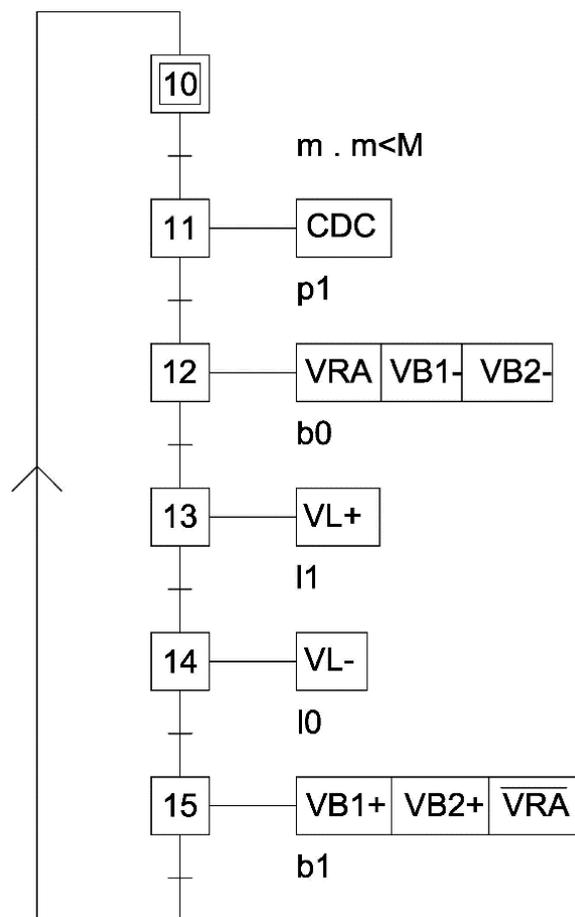
Les choix technologiques :

<i>ACTIONS</i>	<i>REPERES</i>	<i>ACTIONNEURS</i>
➤ Chargement de la canne	CDC	Ouvriers
➤ Allumage du voyant rouge	VRA	Voyant lumineux rouge
➤ Rentrer des vérins de bridage	VB1- et VB2-	2 vérins à double effet
➤ Sortie des vérins de bridage	VB1+ et VB2+	Vérin à double effet
➤ Rentrer du vérin de levage	VL-	Vérin à double effet
➤ Sortie du vérin de levage	VL+	Vérin à double effet

Tableau 8: Choix technologiques des actionneurs (phase 1)

<i>INFORMATIONS</i>	<i>REPERES</i>	<i>CAPTEURS</i>
➤ Masse « m » imposée	m	
➤ Masse « m » atteint	p1	Capteurs de masse
➤ Vérins de bridage rentré	b0	Capteur de proximité
➤ Vérins de bridage sortie	b1	Capteur de proximité
➤ Vérin de levage rentré	l0	Capteur de proximité
➤ Vérin de levage sortie	l1	Capteur de proximité

Tableau 9: Choix technologiques des capteurs (phase 1)



IV.2.1.2. Circuit de puissance de la phase 1

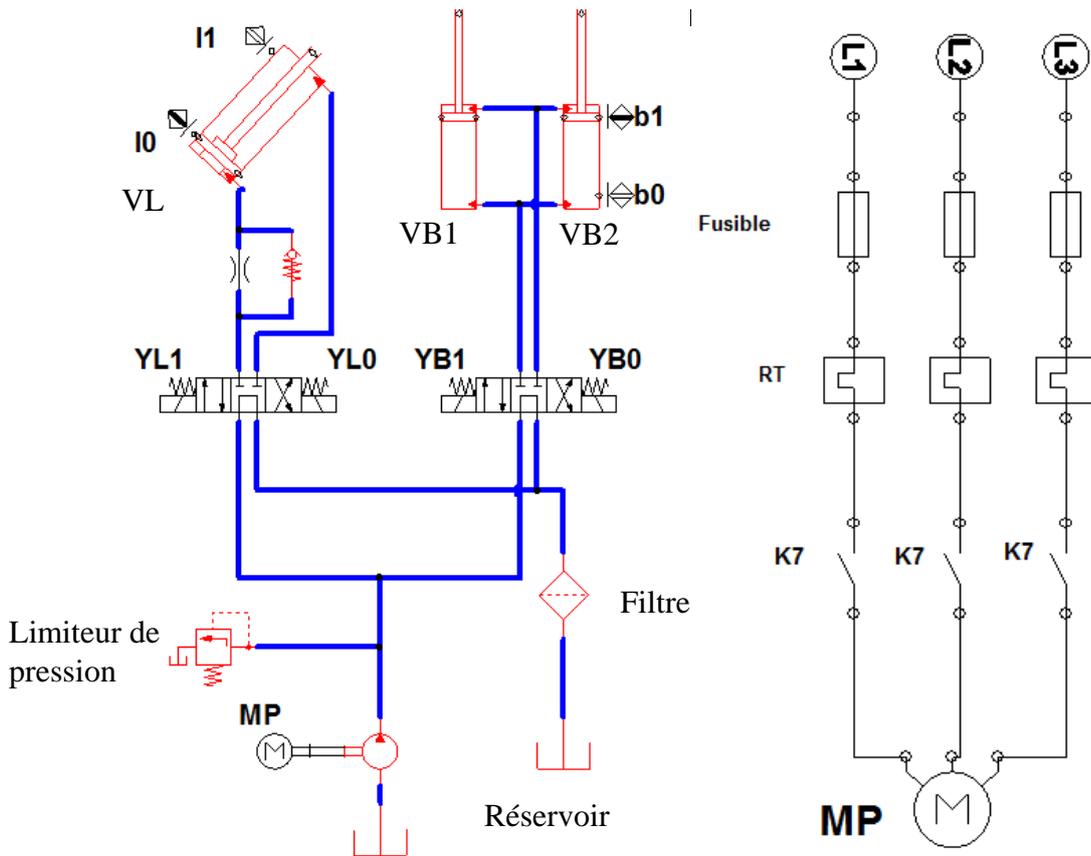
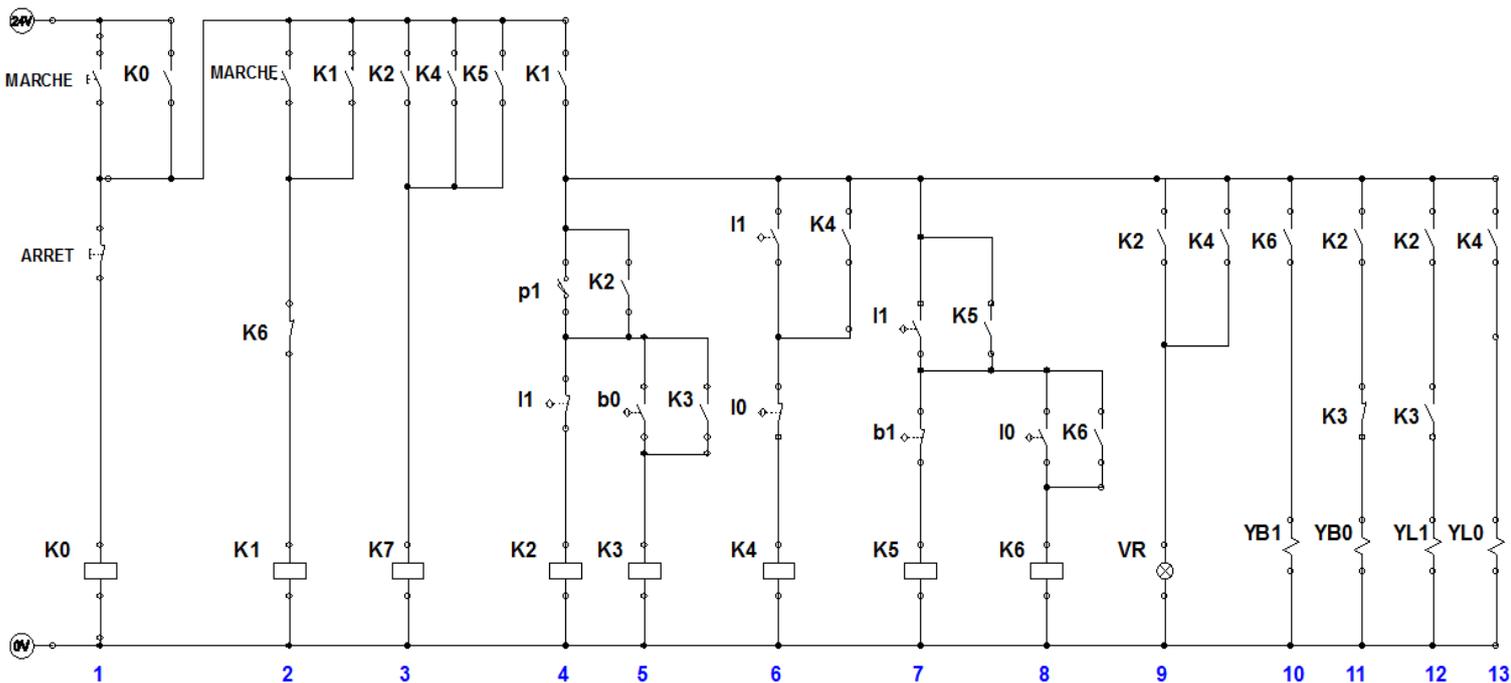


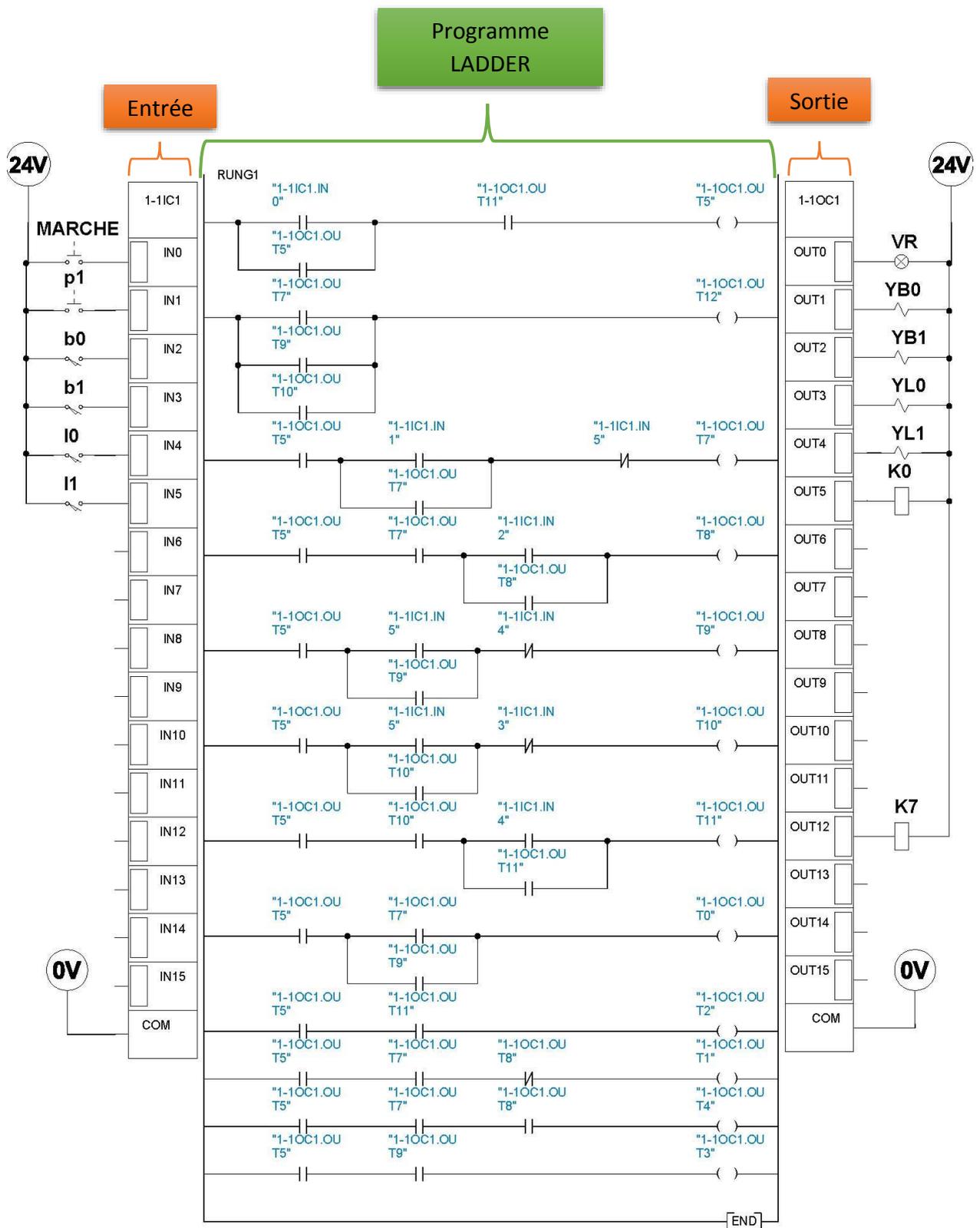
Figure 36: Circuit de puissance (phase 1)

IV.2.1.3. Circuit de commande de la phase 1

➤ Langage logique câblée



➤ Langage programmé : LADDER



IV.2.2. Phase 2 : Transport, lavage et coupage des cannes

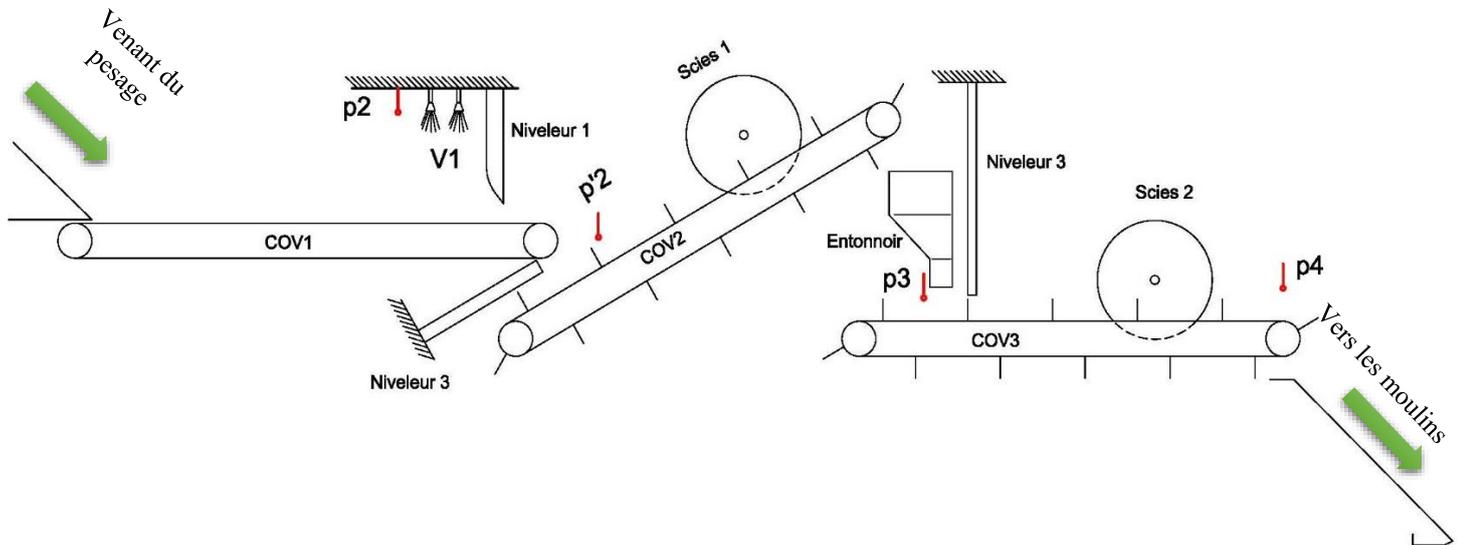


Figure 37: Système de transport, de lavage et coupe des cannes

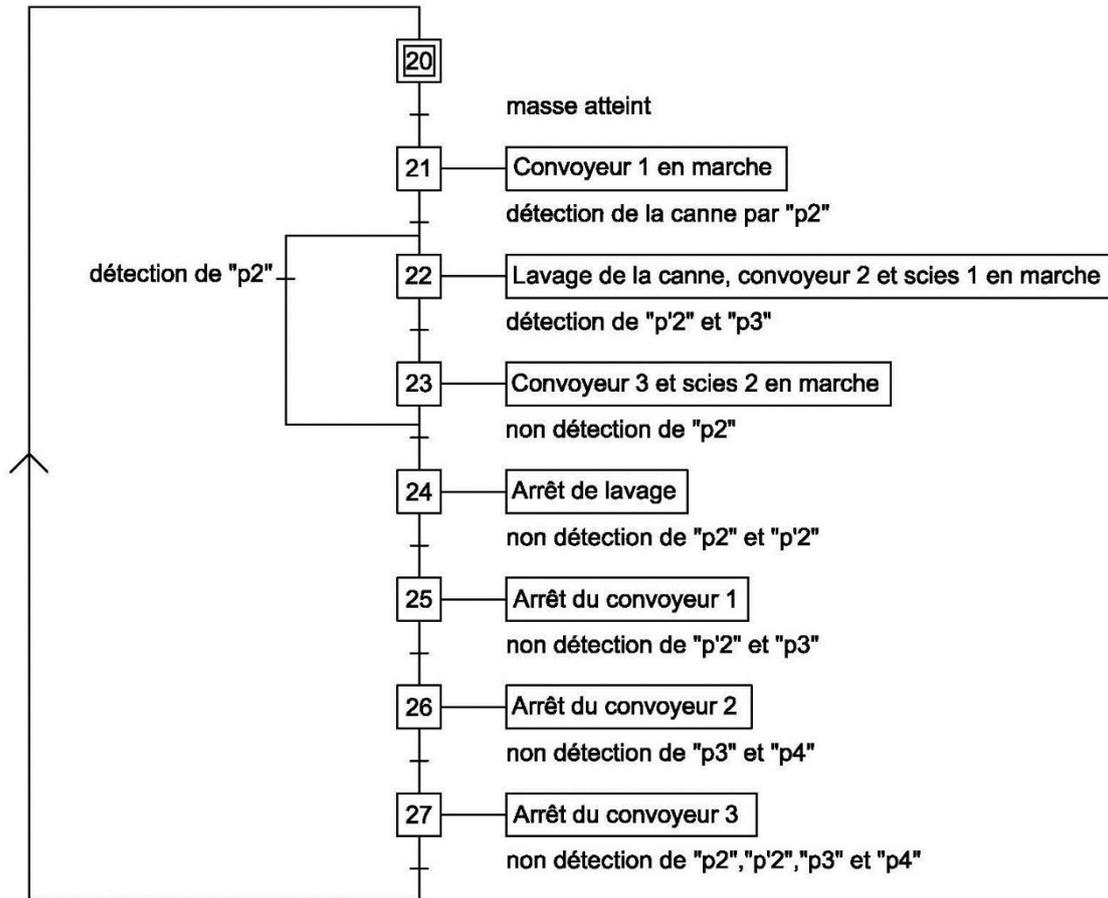
Le cycle de fonctionnement de la phase 2 :

- Une fois la masse détectée par « p1 » atteint dans la cuve de pesage : mise en marche du convoyeur 1 « COV1 ».
- Détection de présence de canne par le capteur de présence « p2 » :
 - Ouverture de la vanne « V1 » pour le lavage des cannes.
 - Les cannes passent en dessous du niveleur 1 afin de réguler leurs sorties.
 - Mise en marche de convoyeur 2 «COV2 » et des scies à canne 1 « SC1 » (4 scies parallèles espacés chacun de 1m).
- Avant leur passage au convoyeur 3 « COV3 », les cannes venant du convoyeur 2 « COV2 » entrent dans un grand entonnoir rectangulaire dont la section d'entrée est de 4500×1000 et la section de sortie est de 1100×300 .
- Le convoyeur 3 « COV3 » est mise en marche si la présence de canne est détectée par les capteurs de présence « p'2 » et « p3 », et en même temps les scies 2 sont actionnées (10 scies en parallèles espacés chacun de 100mm).
- Arrêt du lavage par la fermeture de la vanne « V1 » si le capteur « p2 » ne détecte plus la présence des cannes.
- Arrêt du convoyeur 1 « COV1 » si les capteurs « p2 » et « p'2 » ne détectent plus la présence des cannes.
- Arrêt du convoyeur 2 « COV2 » et des scies 2 si les capteurs « p2 » et « p3 » ne détectent plus la présence des cannes.

- Arrêt du convoyeur 3 « COV3 » et la rotation des scies si les capteurs « p3 » et « p4 » ne détectent plus la présence des cannes.

IV.2.2.1. GRAFSET de la phase 2

➤ Niveau 1 : point de vue opérateur



➤ Niveau 2 : point de vue commande

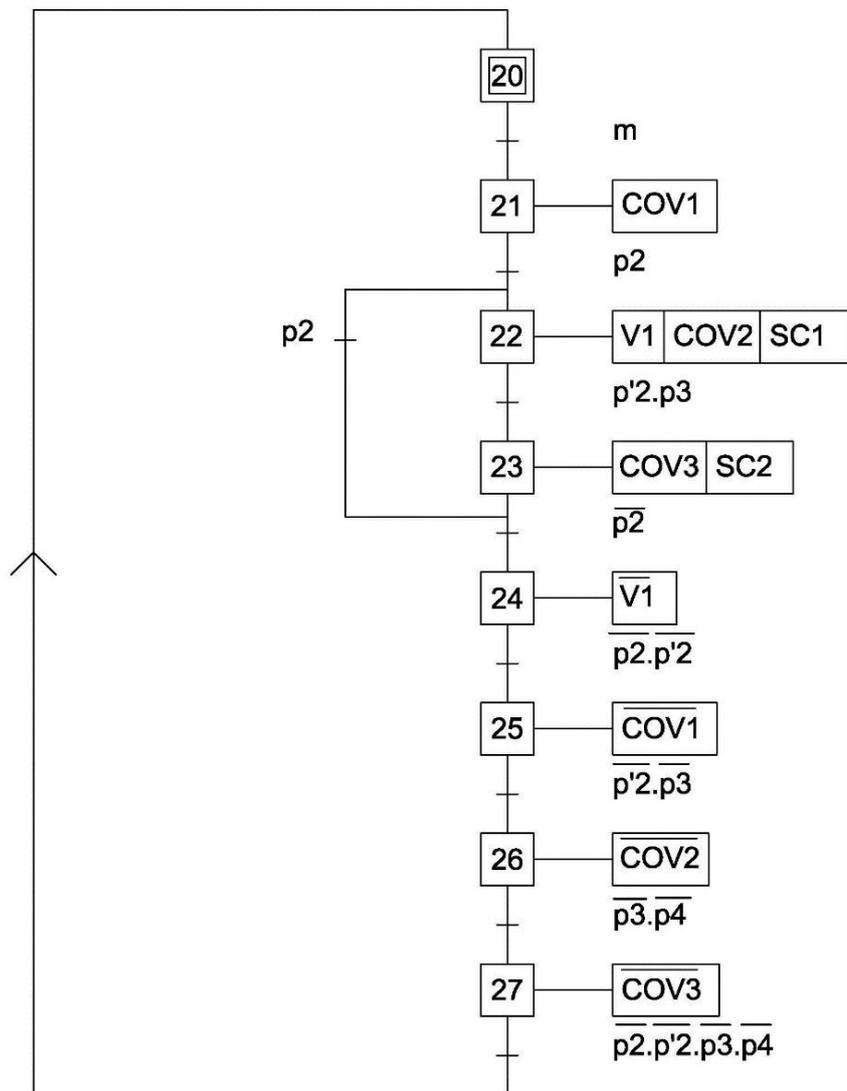
Les choix technologiques :

<i>ACTIONS</i>	<i>REPERES</i>	<i>ACTIONNEURS</i>
➤ Convoyeur 1 en marche	COV1	Moteur asynchrone 1 à démarrage direct
➤ Convoyeur 2 en marche	COV2	Moteur asynchrone 2 à démarrage direct
➤ Convoyeur 3 en marche	COV3	Moteur asynchrone 3 à démarrage direct
➤ Scies 1 en marche	SC1	Moteur asynchrone 1
➤ Scies 2 en marche	SC2	Moteur asynchrone 2
➤ Ouverture de la vanne V1	V1	Electrovanne

Tableau 10: Choix technologiques des actionneurs (phase 2)

INFORMATIONS	REPERES	CAPTEURS
➤ Masse « m » atteint	p1	Capteurs de masse
➤ Détection de présence de canne sur COV1	p2	Capteur de présence
➤ Détection de présence de canne sur COV2	p'2	Capteur de présence
➤ Détection de présence de canne sur COV3	p3 et p4	Capteur de présence

Tableau 11: Choix technologiques des capteurs (phase 2)



IV.2.2.2. Circuit de puissance de la phase 2

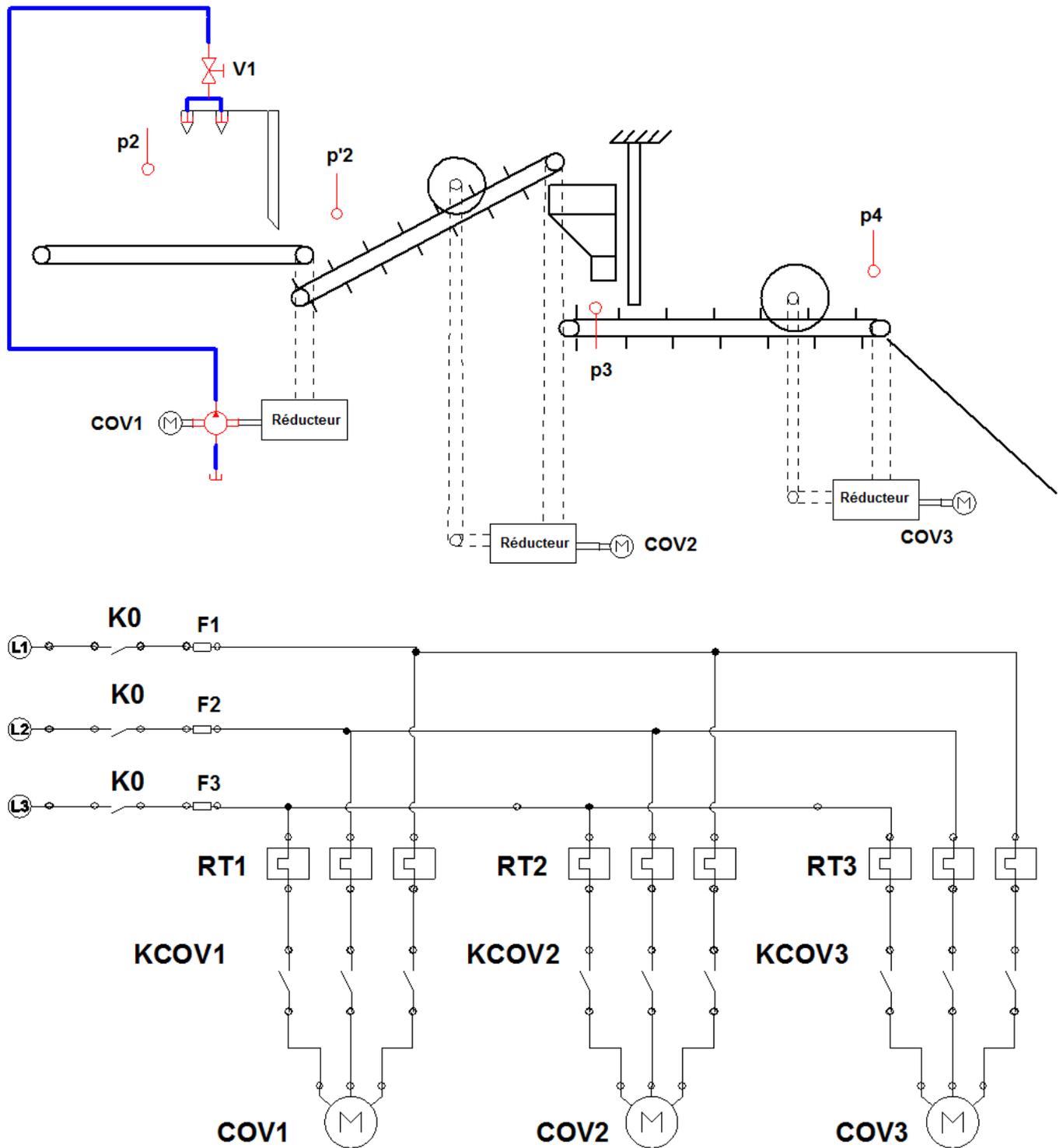
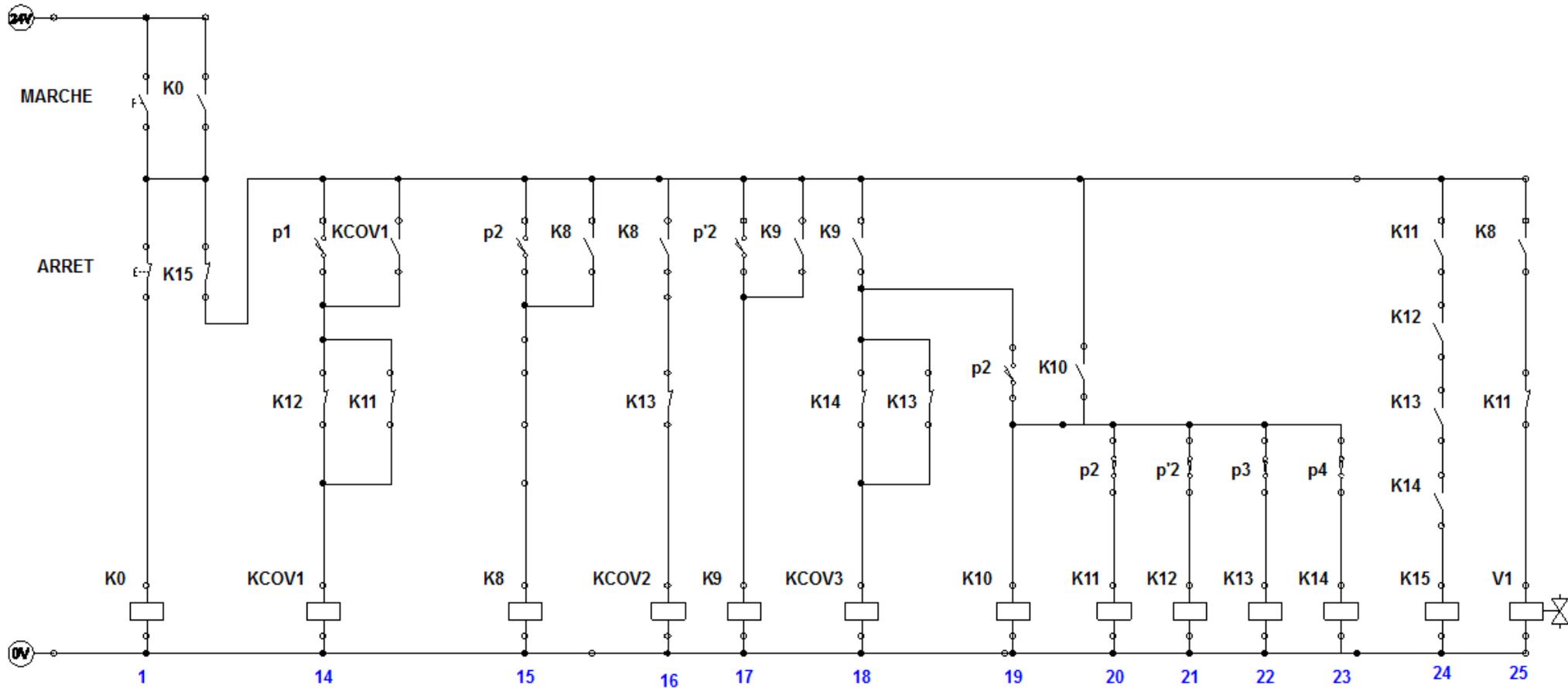


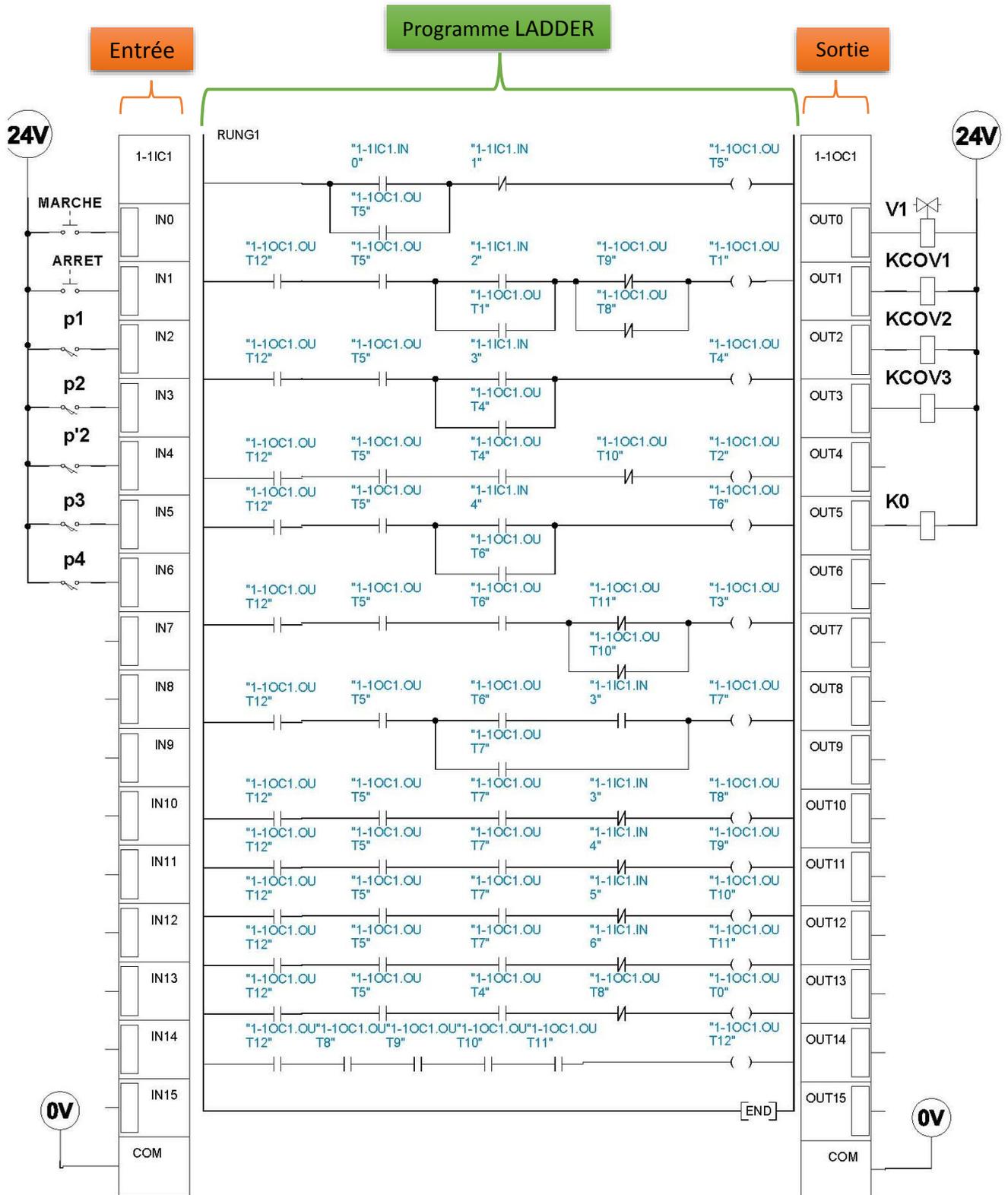
Figure 38: Circuit de puissance (phase 2)

IV.2.2.3. Circuit de commande de la phase 2

➤ Langage logique câblée



➤ Langage programmé : LADDER



IV.2.3. Phase 3 : Brovage vers fermentation

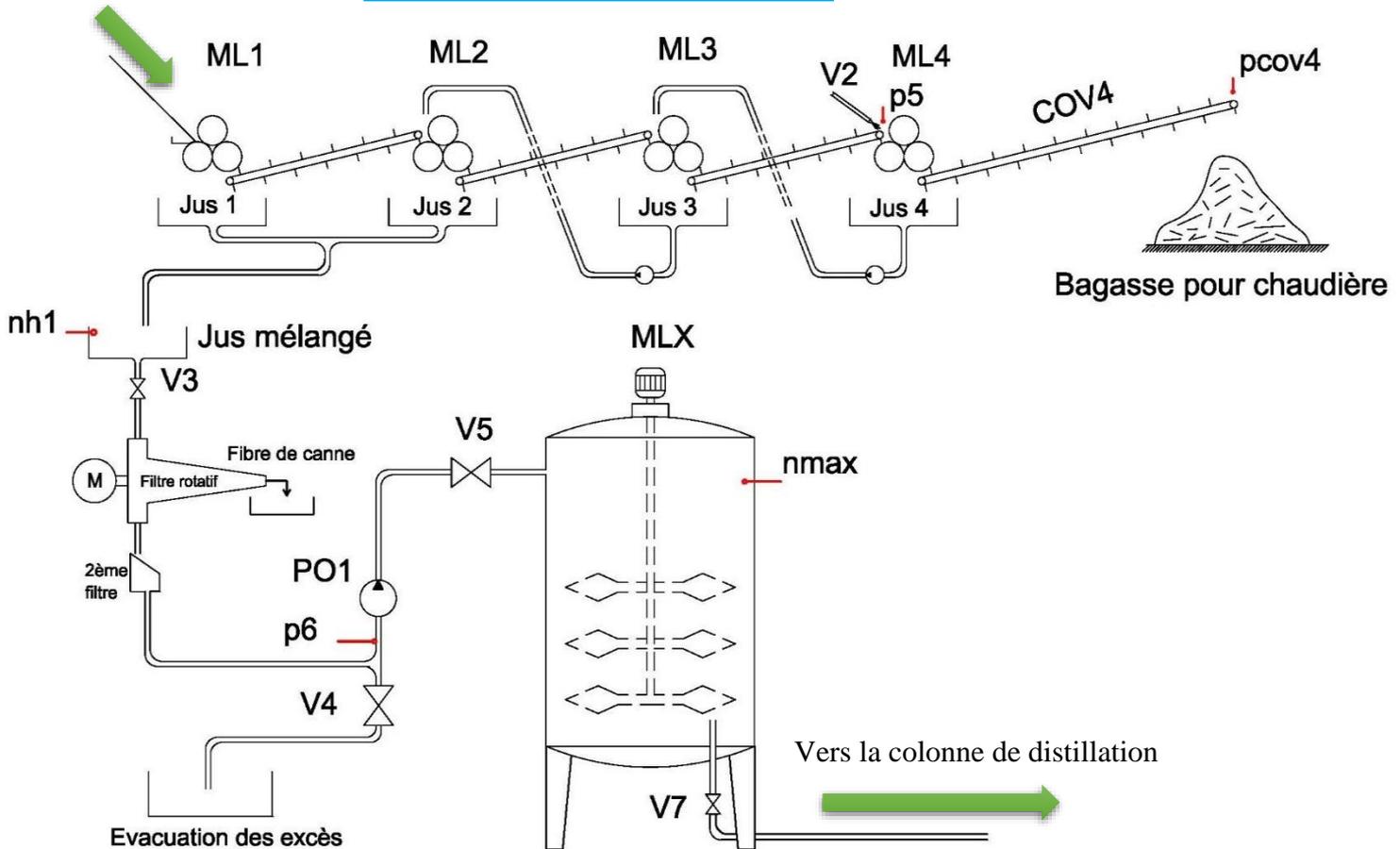


Figure 39: Système de broyage vers la cuve de fermentation

Le cycle de fonctionnement de la phase 3 :

- Une fois que le capteur de présence « p4 » détecte la présence des cannes : mise en marche des 4 moulins (ML1, ML2, ML3, ML4).
- Les cannes passent par chaque moulin, arrivée en ML4, la présence de fibre de canne avant le passage sur l'entrée de ML4 est détecté par « p5 », ce qui va entraîner l'ouverture de la vanne « V2 » pour faire éjecter l'eau d'imbibition sur les cannes et met en marche le convoyeur 4 « COV4 » pour la sortie des bagasses vers son lieu de séchoir.
- Le jus recueilli sur ML4 est versé à l'entrée du ML3, celle de ML3 à l'entrée du ML2. Au final, le jus recueilli sur ML1 et ML2 constitue le mélange du jus à fermenté.
- Le jus passe par une cuve qui va le recueillir jusqu'à atteindre un certain niveau. Ce niveau est détecté par un capteur de niveau « nh1 ».

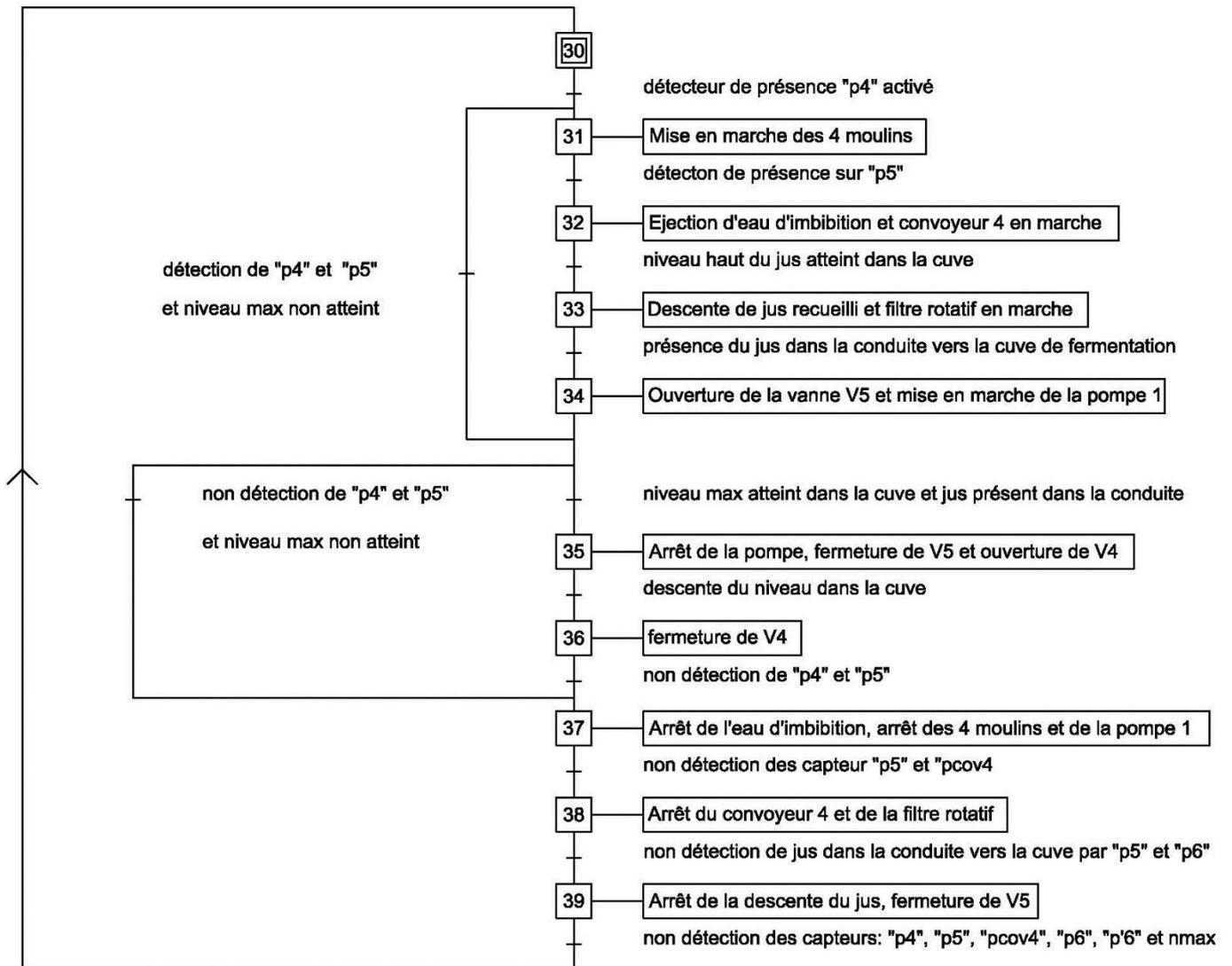
- Le niveau haut atteint :
 - La vanne « V3 » s'ouvre pour laisser le jus descendre.
 - Le filtre rotatif est actionné pour filtrer le jus qui y passe et en extraire les résidus restants.
- La présence de jus détecté par le capteur de présence « p6 » :
 - Ouverture de la vanne « V5 » pour le passage du jus vers la cuve de fermentation.
 - Mise en marche de la pompe « PO1 » pour amener le jus vers la cuve de fermentation.

Pendant le remplissage de la cuve de fermentation :

- Si le niveau maximum est atteint dans la cuve, détecté par le capteur de niveau « nmax » alors que le jus est encore présent dans la conduite et la cuve de recueil du jus :
 - Arrêt de la pompe « PO1 » en prioritaire.
 - Fermeture de la vanne « V5 ».
 - Ouverture de la vanne « V4 » pour vidange de la cuve de mélange et de la conduite.
 - La vanne « V4 » se ferme si « nmax » n'est plus activé.
- Sinon, si le niveau maximum dans la cuve n'est atteint alors que « p4 » et « p5 » ne détectent plus la présence de canne et de bagasse :
 - Les 4 moulins s'arrêtent.
 - La vanne d'eau d'imbibition « V2 » se ferme.
- Une fois que les capteurs de présence « p5 » et « pcov4 » ne détectent plus la présence de bagasse, le convoyeur 4 « COV4 » et le filtre rotatif se mettent à l'arrêt.
- Quand « p5 » et « p6 » ne détectent plus la présence de jus dans la conduite :
 - Arrêt de la pompe « PO1 ».
 - Fermeture de la vanne « V3 » et « V5 ».

IV.2.3.1. GRAFCET de la phase 3

➤ Niveau 1 : point de vue opérateur



➤ Niveau 2 : point de vue commande

Les choix technologiques

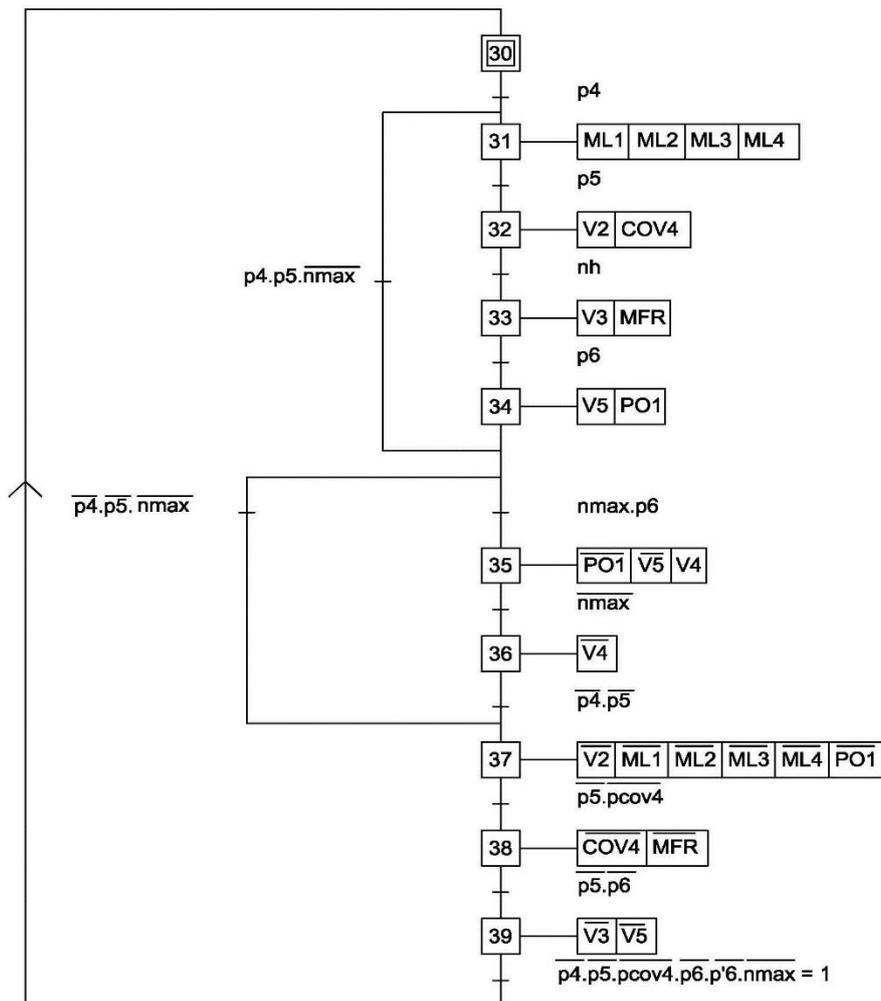
<i>ACTIONS</i>	<i>REPERES</i>	<i>ACTIONNEURS</i>
➤ Mise en marche des moulins	ML1.ML2.ML3.ML4	Moteur asynchrone à un sens de marche
➤ Mise en marche du convoyeur 4	COV4	Moteur asynchrone à un sens de marche
➤ Mise en marche du filtre rotatif	MFR	Moteur asynchrone à un sens de marche
➤ Mise en marche de la pompe 1	PO1	Pompe centrifuge

➤ Ouverture de la vanne V2	V2	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne V3	V3	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne V4	V4	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne V5	V5	Electrovanne

Tableau 12: Choix technologiques des actionneurs (phase 3)

INFORMATIONS	REPERES	CAPTEURS
➤ Détection du capteur « p4 »	p4	Capteur de présence
➤ Détection du capteur « p5 »	p5	Capteur de présence
➤ Détection du capteur « p6 »	p6	Capteur de présence (liquide)
➤ Détection du capteur « pcov4 »	pcov4	Capteur de présence
➤ Détection du capteur « nh1 »	nh1	Capteur de niveau
➤ Détection du capteur « nmax »	nmax	Capteur de niveau

Tableau 13: Choix technologiques des capteurs (phase 3)



IV.2.3.2. Circuit de puissance du séquence 3

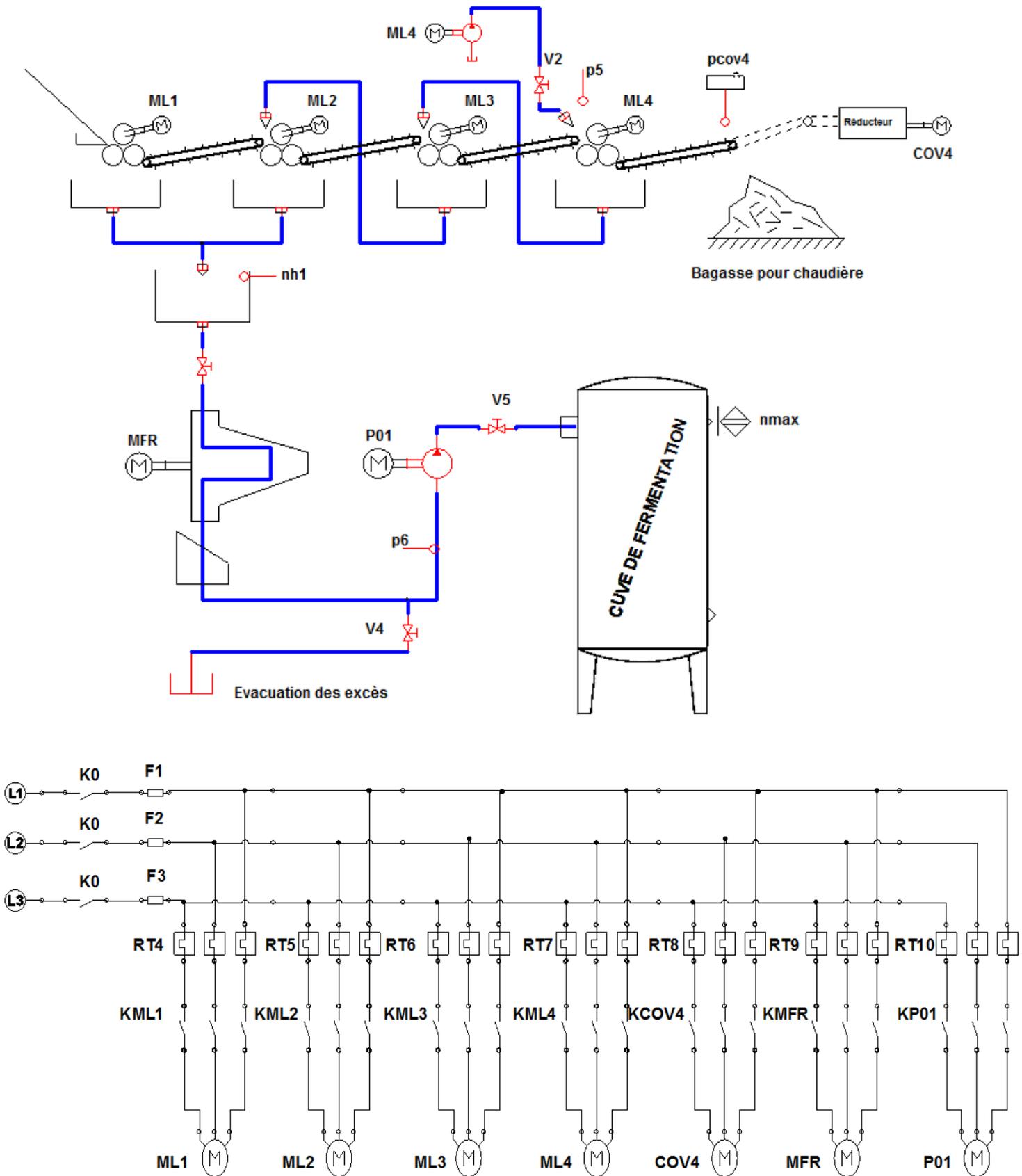
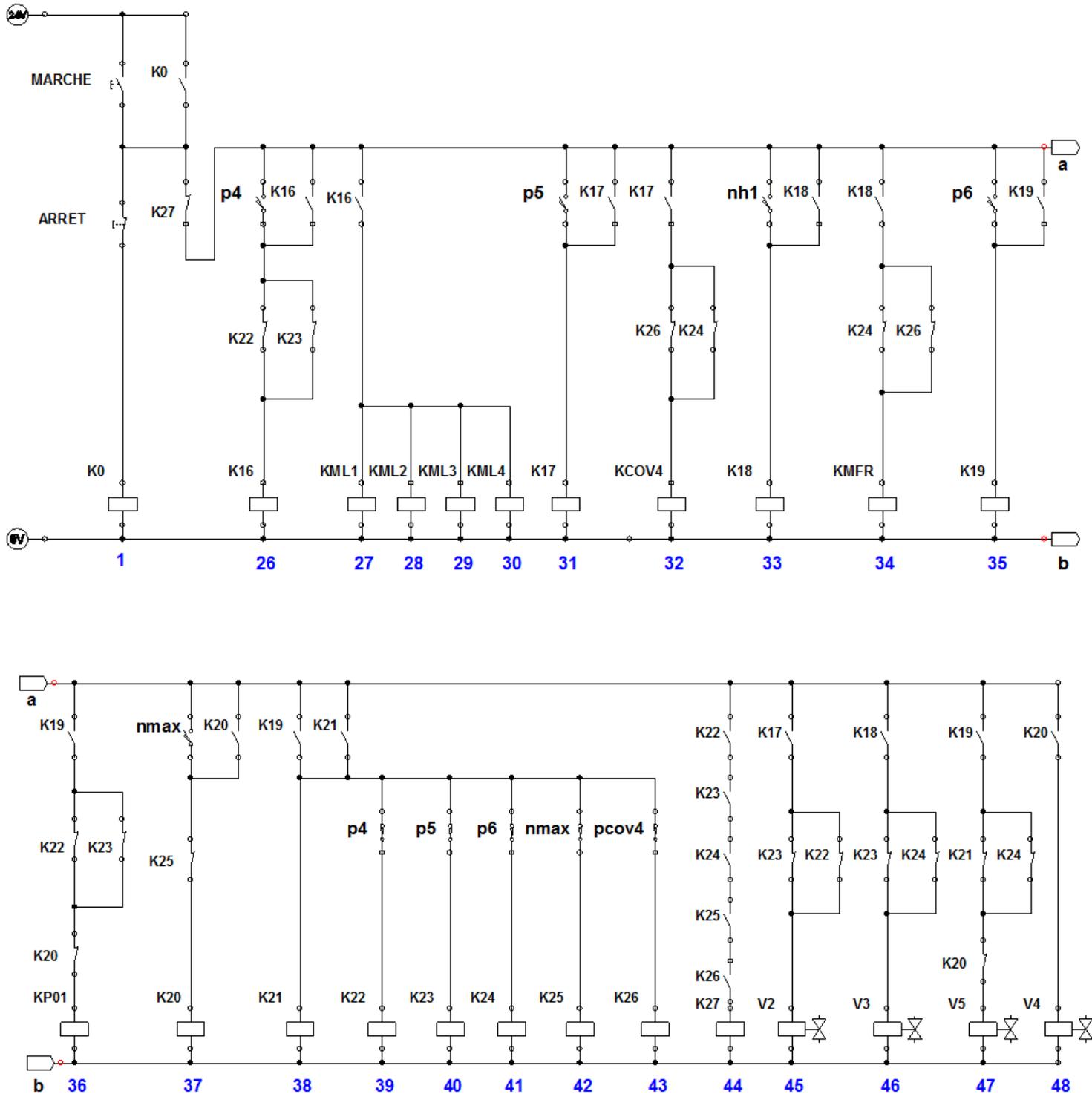


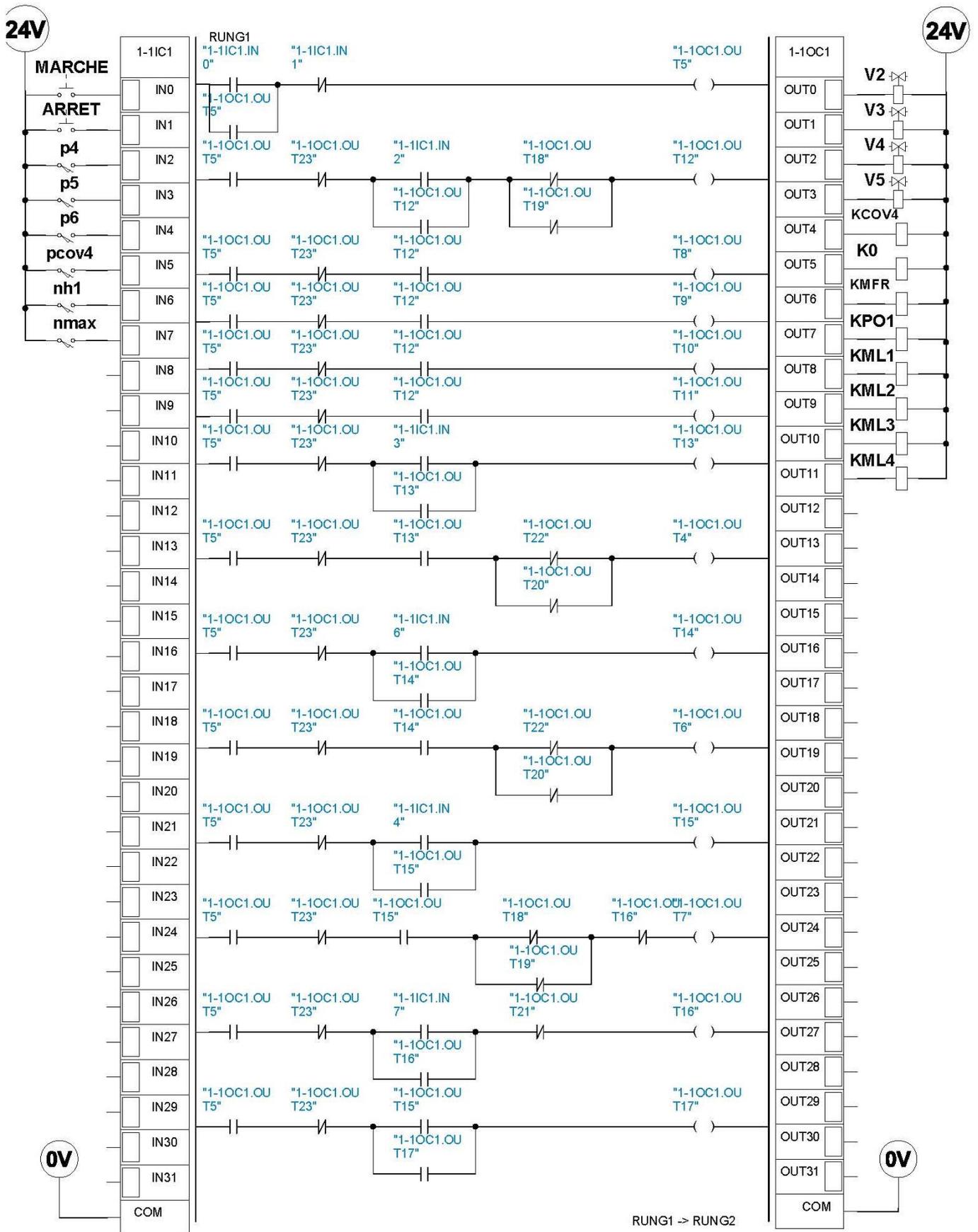
Figure 40: Circuit de puissance (phase 3)

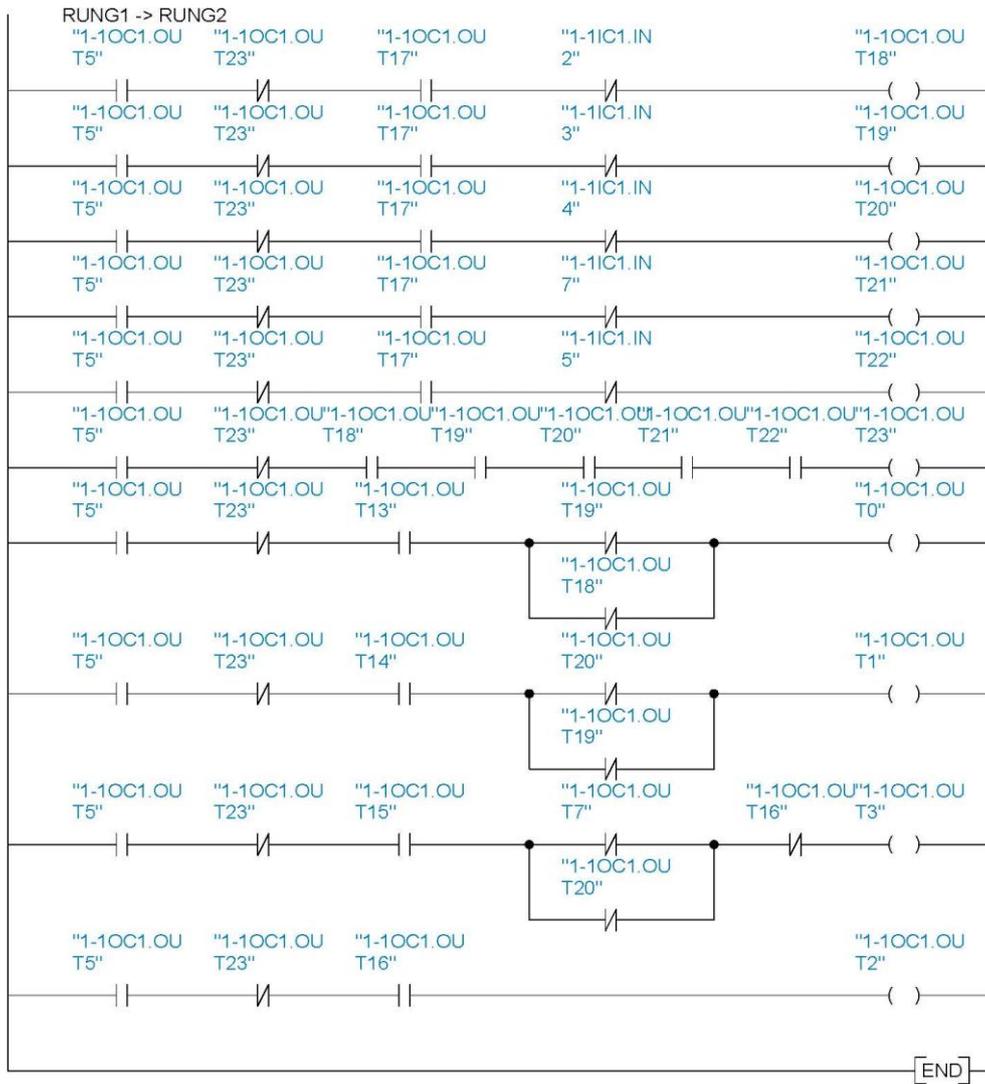
IV.2.3.3. Circuit de commande de la phase 3

➤ Langage logique câblée



➤ Langage programmé : LADDER





IV.2.4. Phase 4 : Fermentation

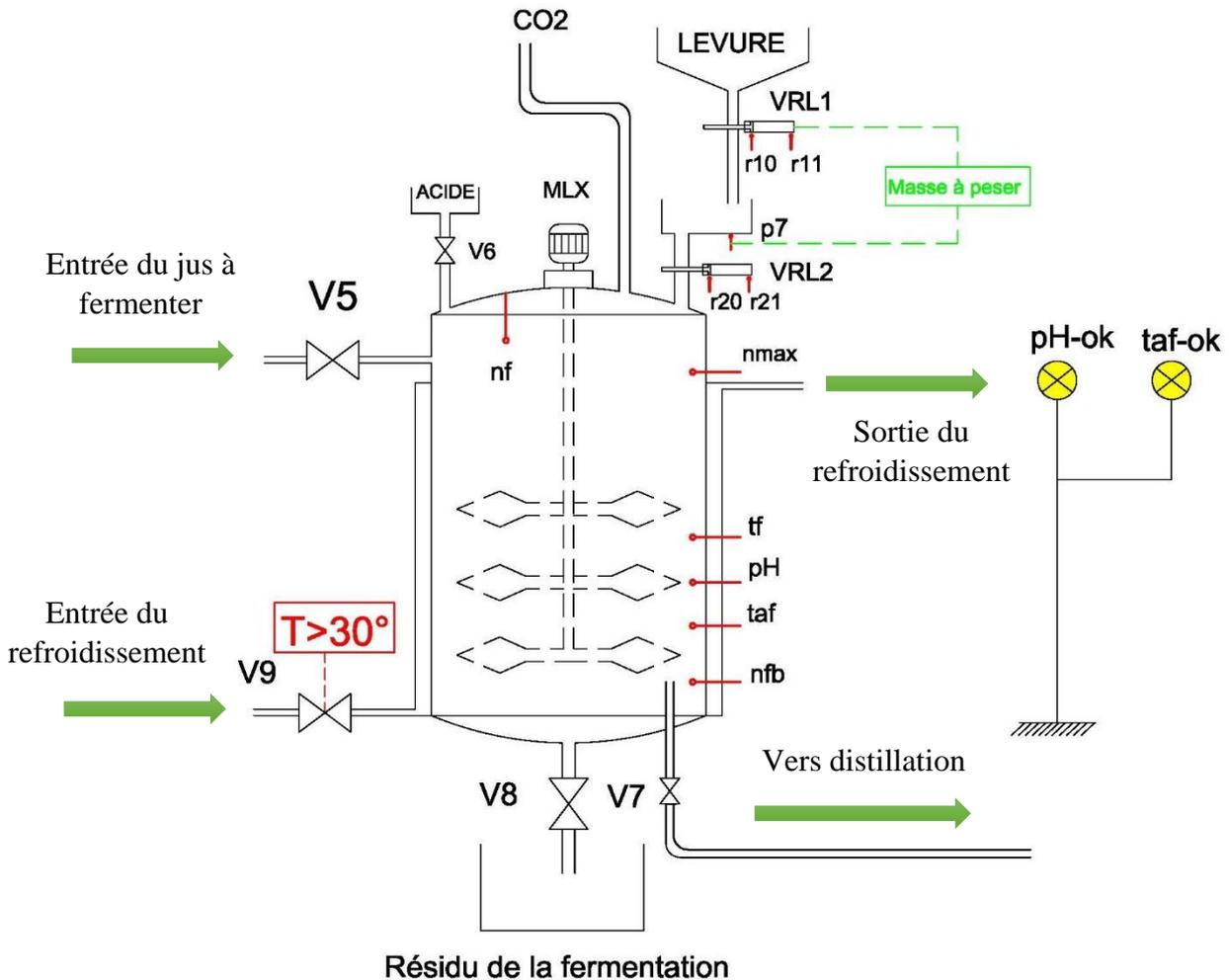


Figure 41: Système de fermentation

Le cycle de fonctionnement de la phase 4 :

Condition initiale : Fermeture des vannes : « V5 » (entrée du jus dans la cuve), « V7 » (sortie de l'alcool fermenté), « V6 » (sortie de l'acide), « V8 » (pour nettoyage ou purge), « VRL4 » (trappe pour levure).

- La masse de la levure à injecter dans la cuve de fermentation dépend du volume du jus présent dans la cuve, mesuré à l'aide d'un capteur de niveau « nf » et selon le volume à vide de la cuve.
- L'opérateur impose la masse de la levure à peser et le volume d'acide à verser.
- Après appui sur le bouton poussoir « BPL » : ouverture de la trémie contenant la levure « VRL1 », pour le versement des levures à peser.
- Une fois la masse imposée par l'opérateur atteinte, détecté par le capteur de masse « p7 », la trappe du stockage de levure « VRL1 » se ferme tandis que la trappe de pesage de

levure « VRL2 » s'ouvre et le mélangeur « MLX » est actionné pour être mise en rotation.

- Si le pesage est vide, c'est-à-dire, la masse de la levure dans le pesage vaut 0Kg : fermeture de « VRL2 ».
- Ouverture de « V6 », vanne d'alimentation pour acide à raison de 4l/100l de jus, une fois que la trappe « VRL2 » a terminé sa fermeture.

Système de refroidissement de la cuve de fermentation :

- Si la température de fermentation détectée par le capteur « tf » est supérieure à 30°C, la vanne d'alimentation du liquide de refroidissement : « V9 » s'ouvre.
- Si la température est inférieure ou égale à 25°C, arrêt du système de refroidissement : « V9 » se ferme.

Arrêt de la fermentation :

- **Condition 1** : La sonde du pH-mètre injectée dans la cuve de fermentation renvoie l'information détectée par le capteur vers le boîtier électronique qui permet d'afficher la valeur numérique du pH. Le pH à la terminaison de la fermentation doit être inférieur à 3 ($pH < 3$).
- **Condition 2** : A l'aide d'un capteur de teneur en alcool « taf », on mesure le pourcentage en volume d'alcool du jus fermenté. Ce teneur doit être supérieur ou égal à 10%.

Si la condition 1 est réalisée : un voyant LED s'allume pour indiquer que le pH est atteint (Voyant jaune).

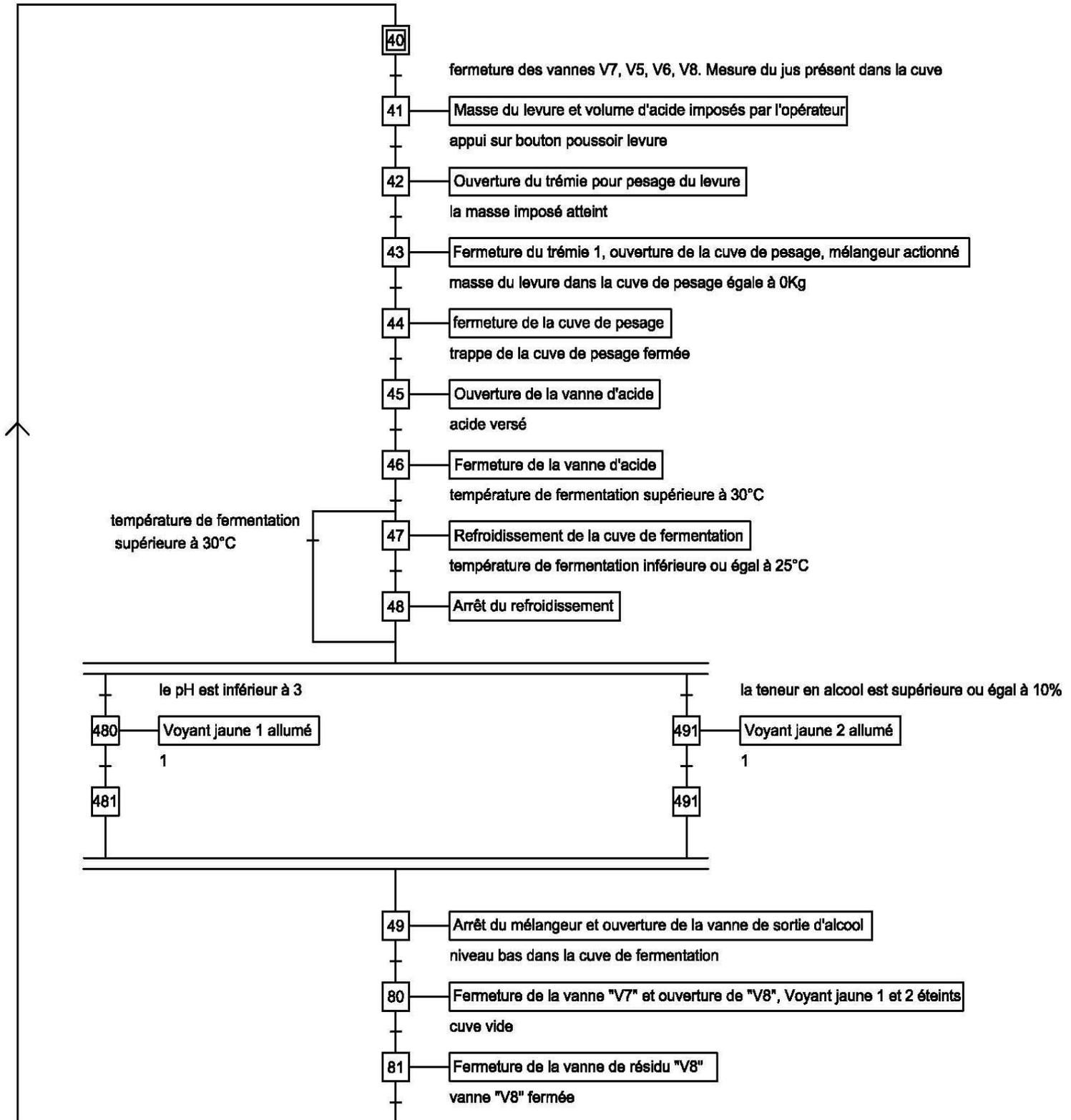
Si la condition 2 est réalisée : un voyant LED s'allume pour indiquer que la teneur en alcool est atteinte (Voyant jaune).

Le processus de fermentation n'est achevé que si est seulement si, la condition 1 et la condition 2 sont remplies. Ce qui va entraîner :

- L'arrêt du mélangeur et l'ouverture de la vanne de sortie de l'alcool « V7 ».
- Niveau bas atteint dans la cuve de fermentation, détecté par le capteur de niveau « nfb » : fermeture de la vanne « V7 », les voyants jaunes s'éteignent, et ouverture de la vanne d'évacuation des résidus de la fermentation « V8 ».
- Une fois les résidus évacués, le capteur de niveau « nf » détecte que la cuve de fermentation est vide : la vanne « V8 » se ferme.

IV.2.4.1. GRAFCET de la phase 4

➤ Niveau 1 : point de vue opérateur



➤ Niveau 2 : point de vue commande

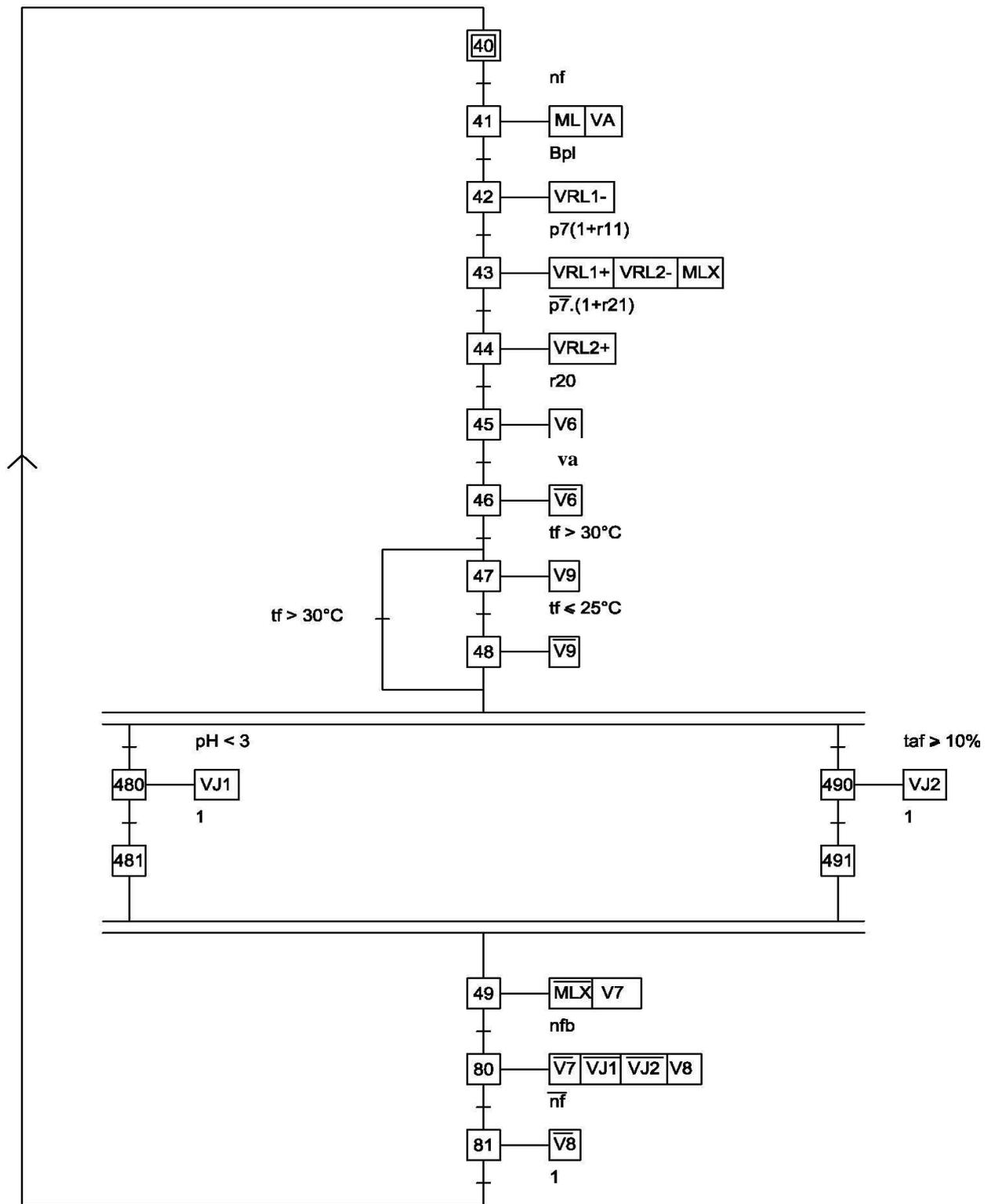
Les choix technologiques :

<i>ACTIONS</i>	<i>REPERES</i>	<i>ACTIONNEURS</i>
➤ Saisie de la masse de la levure	ML	
➤ Saisie du volume d'acide	VA	
➤ Ouverture de la trémie levure	VRL1-	Vérin à double effet
	VRL1+	Vérin à double effet
➤ Fermeture de la trémie levure	VRL2-	Vérin à double effet
➤ Ouverture de la trappe de pesage	VRL2+	Vérin à double effet
➤ Fermeture de la trappe de pesage	V6	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne d'acide	V7	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne de sortie de l'alcool	V8	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne pour sortie des résidus	V9	Electrovanne
➤ Refroidissement en marche	VJ1	
	VJ2	
➤ Allumage du voyant jaune 1	MLX	Moteur asynchrone à un sens de marche
➤ Allumage du voyant jaune 2		
➤ Malaxeur en marche		

Tableau 14: Choix technologiques des actionneurs (phase 4)

INFORMATIONS	REPERES	CAPTEURS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mesure du niveau du jus ➤ Mise en marche du système ➤ Pesage de la levure ➤ Fin de course de VRL1- ➤ Fin de course de VRL1+ ➤ Fin de course de VRL2- ➤ Fin de course de VRL2+ ➤ Variation de la température 	<p style="text-align: center;">nf</p> <p style="text-align: center;">bpl</p> <p style="text-align: center;">p7</p> <p style="text-align: center;">r11</p> <p style="text-align: center;">r10</p> <p style="text-align: center;">r21</p> <p style="text-align: center;">r20</p> <p style="text-align: center;">tf</p>	<p>Capteur de niveau</p> <p>Bouton poussoir</p> <p>Capteur de masse</p> <p>Capteur de proximité</p> <p>Capteur de proximité</p> <p>Capteur de proximité</p> <p>Capteur de proximité</p> <p>Capteur de température</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mesure de la quantité d'acide versé ➤ Détection de la valeur du pH ➤ Détection du teneur en alcool ➤ Détection de niveau bas 	<p style="text-align: center;">va</p> <p style="text-align: center;">pH</p> <p style="text-align: center;">taf</p> <p style="text-align: center;">nfb</p>	<p>Débitmètre</p> <p>pH-mètre</p> <p>Capteur de teneur en alcool</p> <p>Capteur de niveau</p>

Tableau 15: Choix technologiques des capteurs (phase 4)



IV.2.4.2. Circuit de puissance du séquence 4

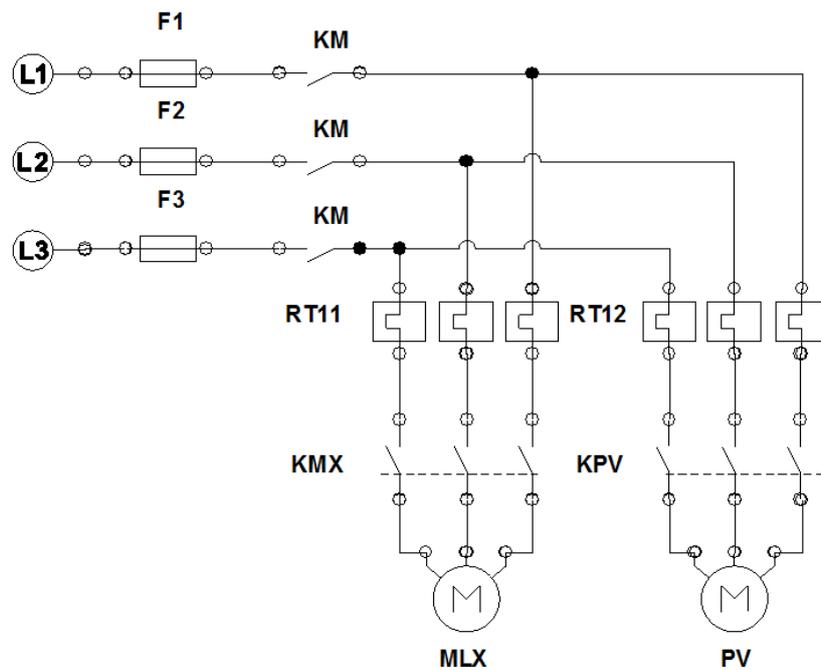
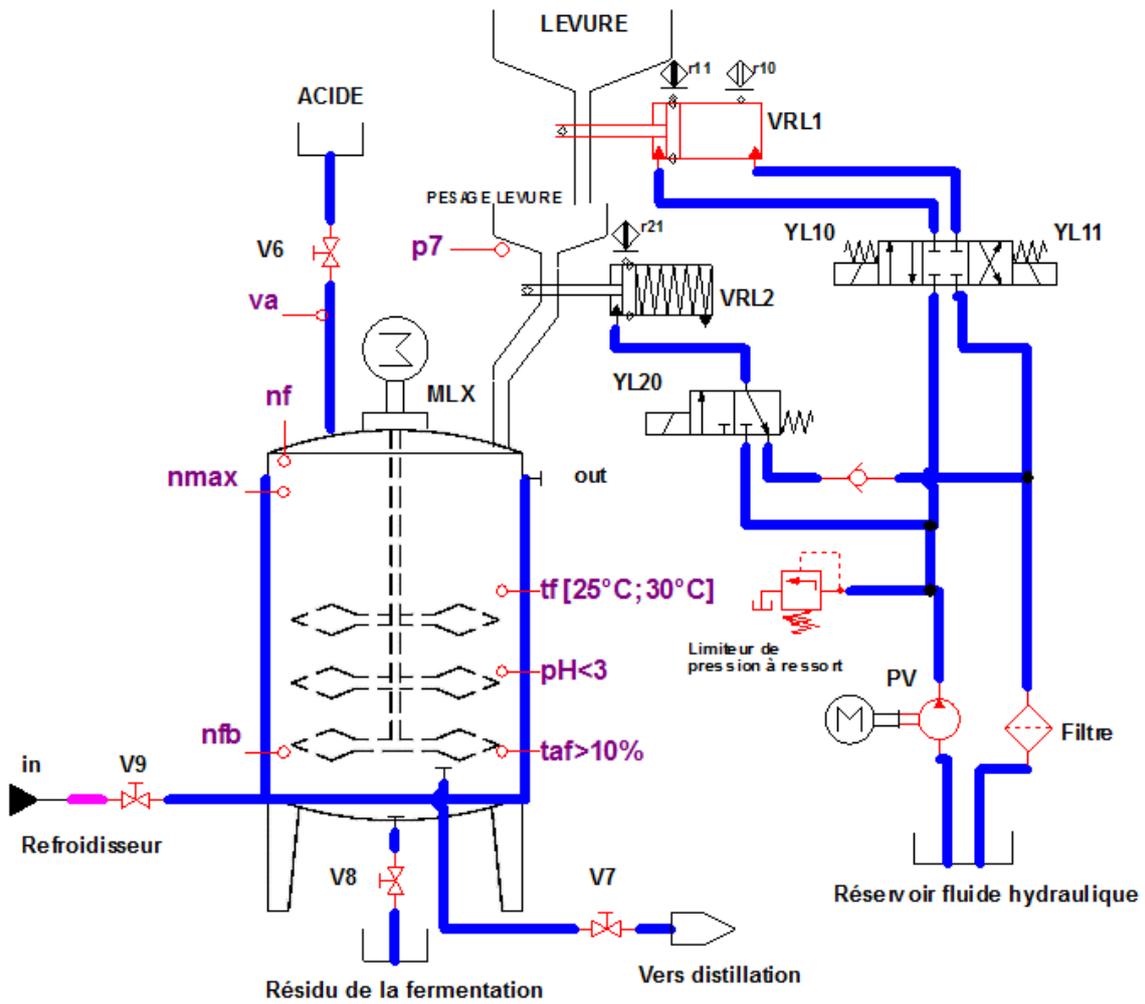
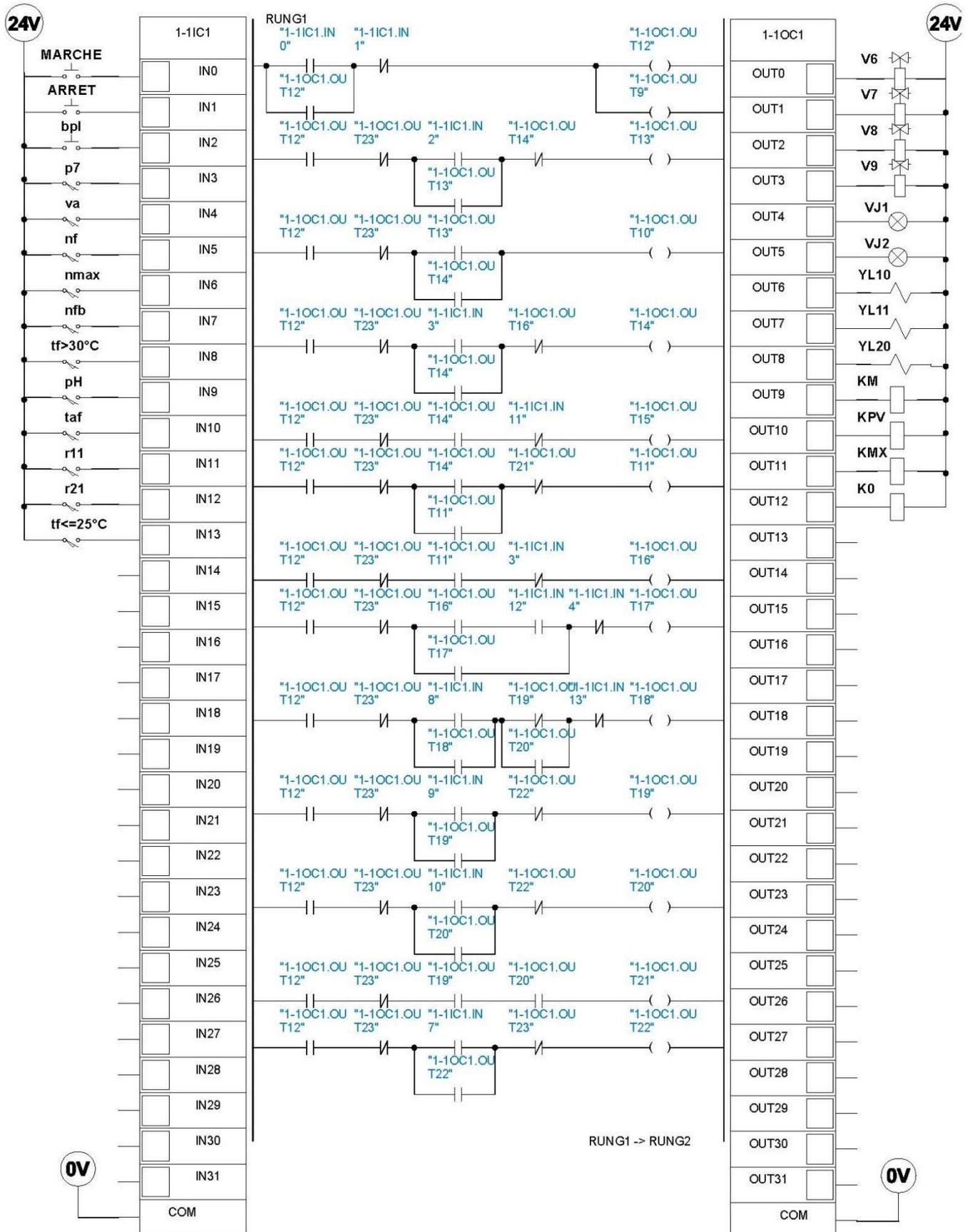
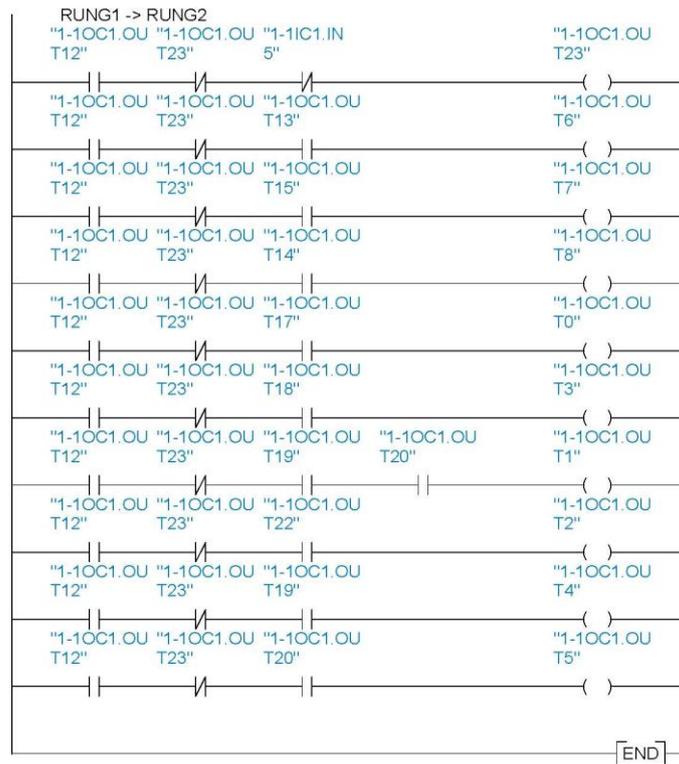


Figure 42: Circuit de puissance (phase 4)

➤ Langage programmé LADDER :





IV.2.5. Phase 5 : Distillation et pervaporation

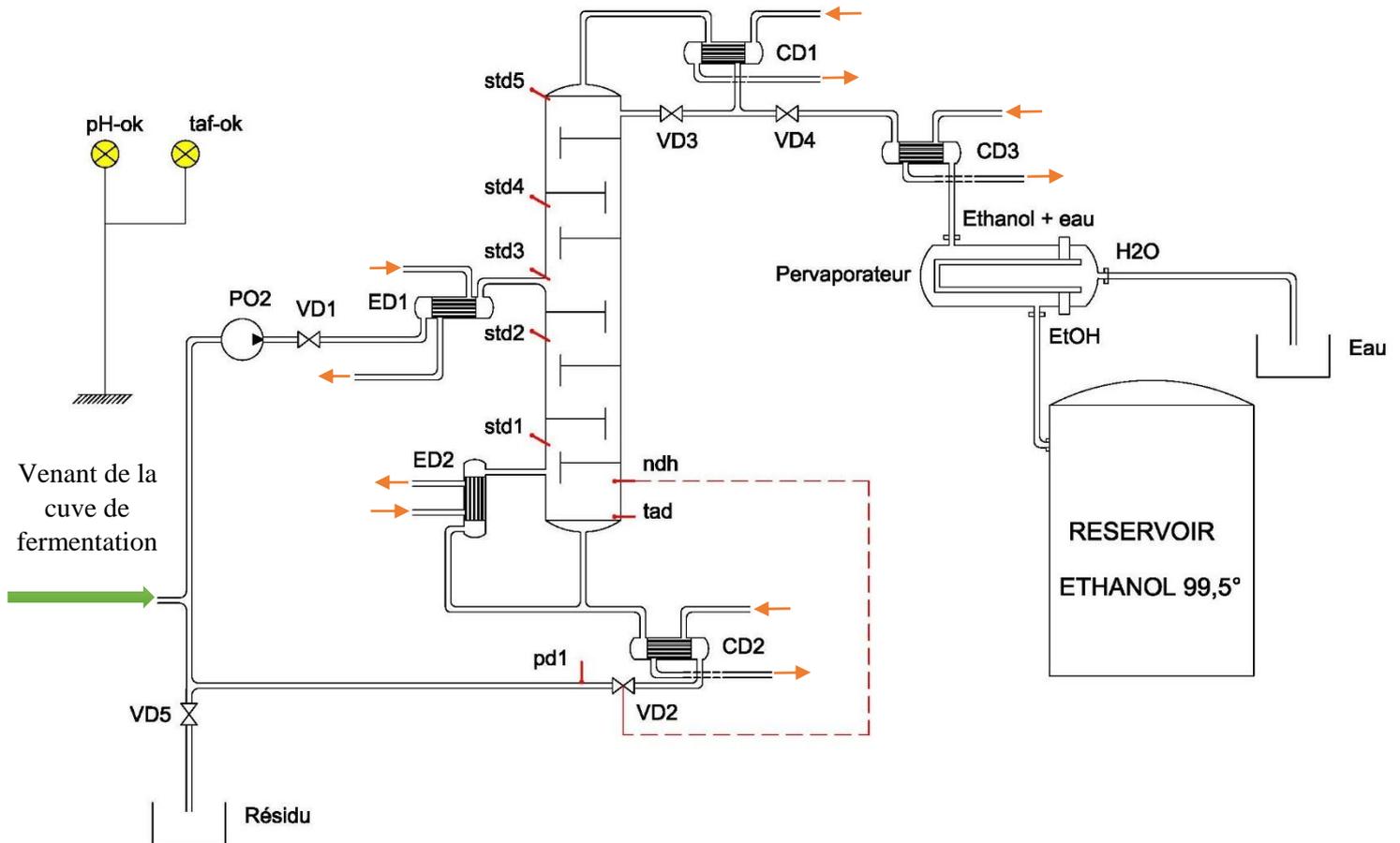


Figure 43: Système de distillation et de pervaporation

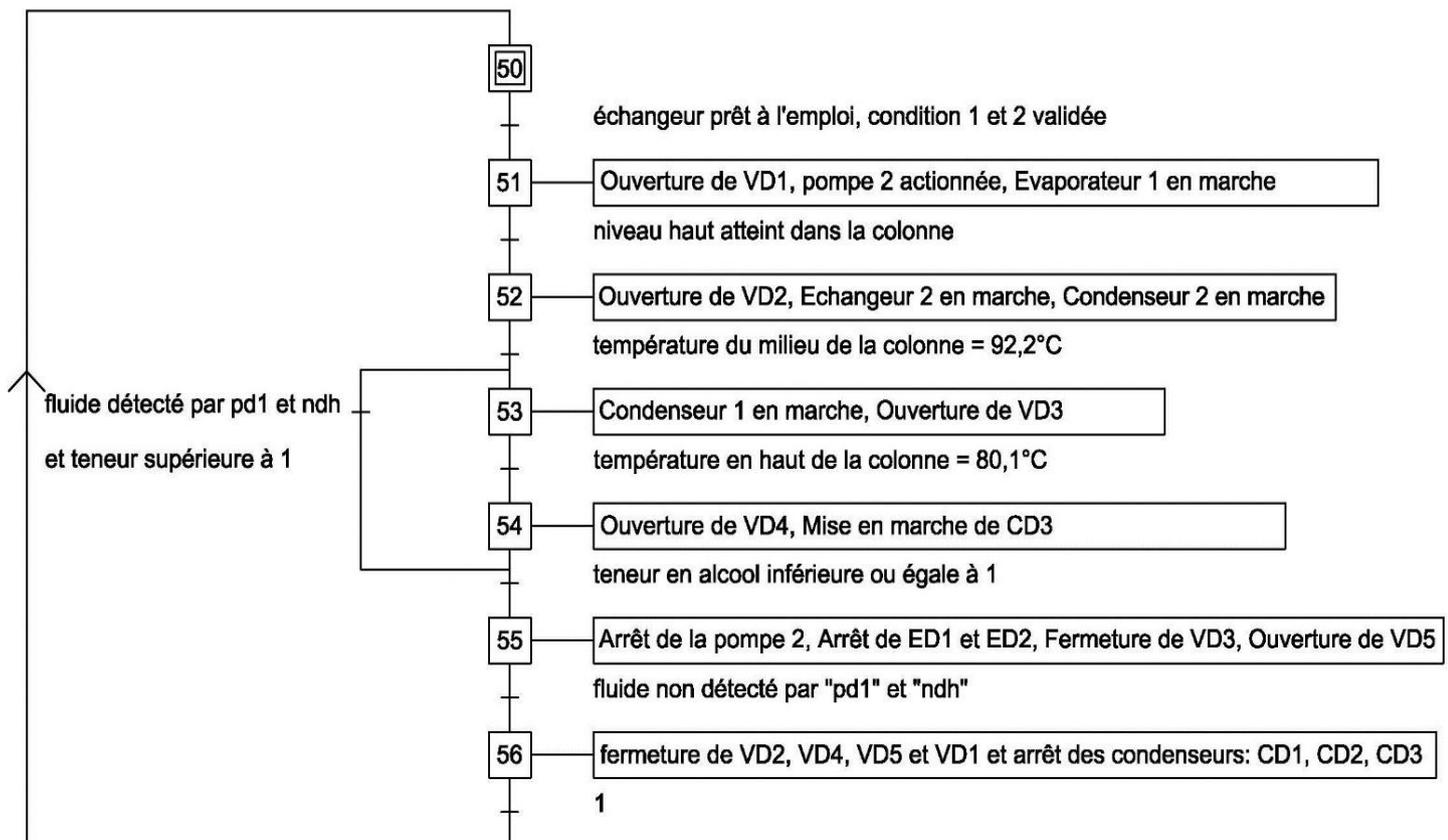
Le cycle de fonctionnement de la phase 5 :

- Conditions initiales :
 - Les échangeurs sont prêts à l'emploi (ED1, ED2, CD1, CD2, CD3)
 - Toutes les vannes dans la distillerie sont fermées (VD1, VD2, VD3, VD4, VD5).
- Les conditions 1 et 2 de la terminaison de la fermentation et les conditions initiales du processus de distillation sont réunies :
 - Ouverture de la vanne « VD1 » (fluide entre 20°C et 25°C)
 - Pompe « PO2 » actionnée pour acheminer le jus fermenté (alcool) vers la colonne de distillation.
 - Mise en marche de l'évaporateur 1 « ED1 ».
- L'alcool entre dans la colonne à une température de 87°C après passage sur ED1, puis descend sur chaque étage vers le fond. Le niveau du mélange monte jusqu'à atteindre un certain niveau qui est en dessous de l'entrée du mélange du bouilleur. Le niveau du mélange à respecter au fond de la colonne est détecté par le capteur de niveau « ndh » :
 - Ouverture de la vanne « VD2 » en fonction du niveau et du débit du fluide à extraire).
 - Mise en marche de l'échangeur 2 « ED2 » : bouilleur à 87°C à 110°C.
 - Mise en marche du condenseur 2 « CD2 » : retour vers « VD1 ».
- Si la température ambiante du milieu de la colonne, détectée par la sonde qui y est présent « std3 » vaut 92,2°C :
 - Mise en marche du condenseur 1 « CD1 » : pour condenser la vapeur issue de la colonne.
 - Ouverture de la vanne « VD3 » : pour reflux.
- Lorsque la température détectée par la sonde située à l'extrémité haute de la colonne de rectification s'élève et atteint 80,1°C :
 - Ouverture de la vanne « VD4 ».
 - Mise en marche du condenseur 3 « CD3 » : avant le passage à la phase de pervaporation.
- La détection du pourcentage en volume d'alcool présent dans le produit de fond s'effectue à l'aide d'un capteur de teneur en alcool « tad ». Ce teneur doit être inférieur ou égal à 1%. Une fois la teneur obtenue :

- Arrêt de la pompe « PO2 ».
 - Arrêt de « ED1 », « ED2 » et fermeture des vannes « VD3 » et « VD1 ».
 - Ouverture de la vanne « VD5 » pour vidange du résidu de la distillation ou vinasse.
- Lorsque le capteur de présence de fluide « pd1 » et le capteur de niveau « ndh » présent dans la colonne ne détectent plus aucun liquide :
 - Fermeture des vannes « VD2 », « VD4 », « VD1 », « VD5 ».
 - Arrêt des condenseurs : « CD1 », « CD2 », « CD3 ».
 - Le passage dans la pervaporation ne nécessite pas une action extérieure, le mélange azéotropique ne fait qu'y passer pour que la membrane retienne les molécules d'eau et laisse passer l'alcool vers le stockage de l'éthanol.
L'eau est évacuée pour être recyclé vers d'autre utilisation comme le cas du résidu de la colonne de distillation (vinasse).

IV.2.5.1. GRAFCET de la phase 5

➤ Niveau 1 : point de vue opérateur



➤ Niveau 2 : point de vue commande

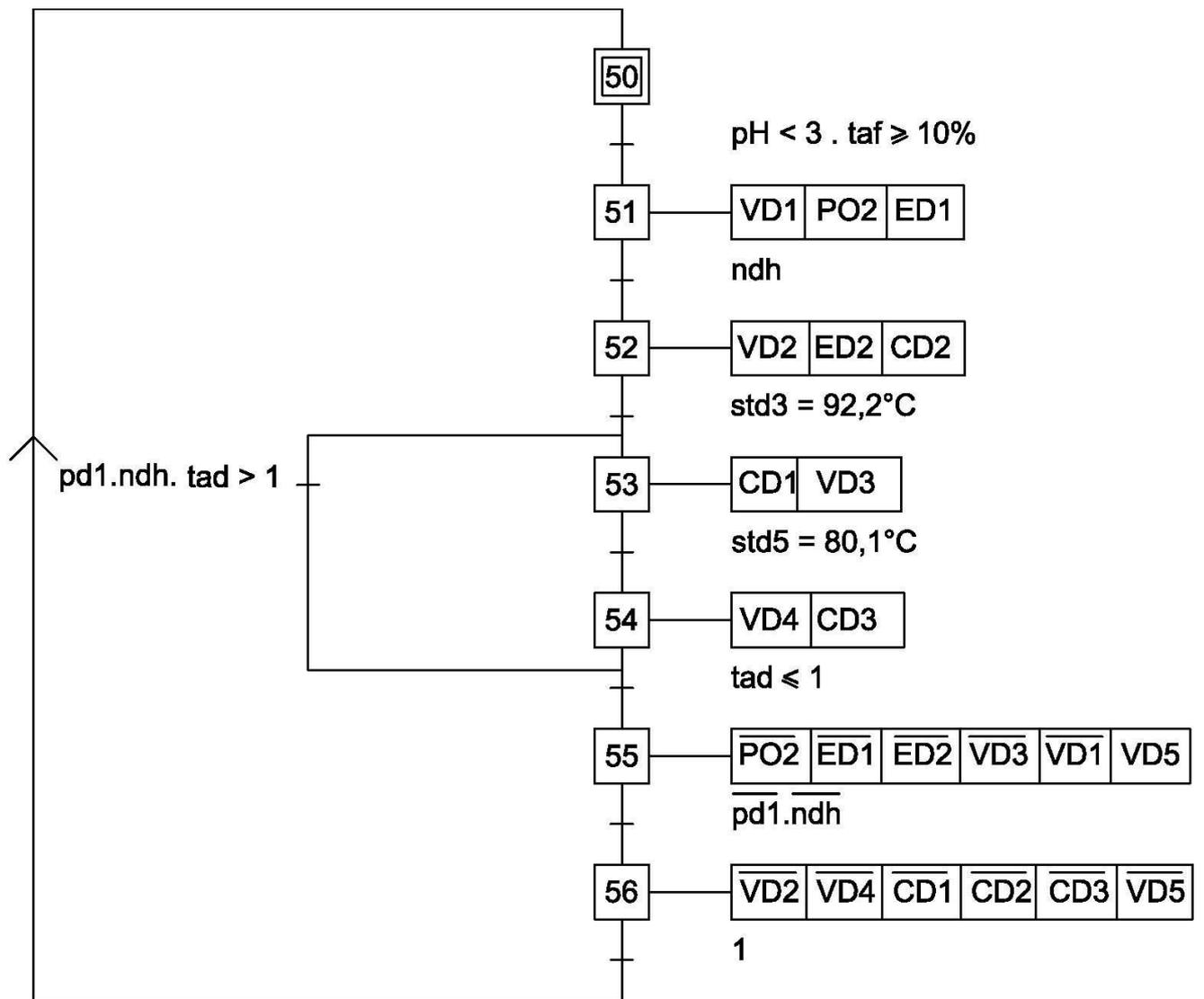
Les choix technologiques :

<i>ACTIONS</i>	<i>REPERES</i>	<i>ACTIONNEURS</i>
➤ Mise en marche de l'évaporateur 1	ED1	
➤ Mise en marche de l'évaporateur 2	ED2	
➤ Mise en marche du condenseur 1	CD1	
➤ Mise en marche du condenseur 2	CD2	
➤ Mise en marche du condenseur 3	CD3	
➤ Mise en marche de la pompe 2	PO2	
➤ Ouverture de la vanne VD1	VD1	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne VD2	VD2	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne VD3	VD3	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne VD4	VD4	Electrovanne
➤ Ouverture de la vanne VD5	VD5	Electrovanne

Tableau 16: Choix technologiques des actionneurs (phase 5)

<i>INFORMATIONS</i>	<i>REPERES</i>	<i>CAPTEURS</i>
➤ Détermination de la valeur du pH	pH	pH-mètre
➤ Détection du teneur en alcool	taf	Capteur de teneur en alcool
➤ Détection de niveau haut du fond	ndh	Capteur de niveau
➤ Détection du teneur en alcool au fond de la colonne	tad	Capteur de teneur en alcool
➤ Détection de fluide dans la conduite	pd1	Capteur de présence
➤ Détermination de la température en milieu de la colonne	std3	Capteur de température
➤ Détermination de la température en haut de la colonne	std5	Capteur de température

Tableau 17: Choix technologiques des capteurs (phase 5)



IV.2.5.2. Circuit de puissance de la phase 5

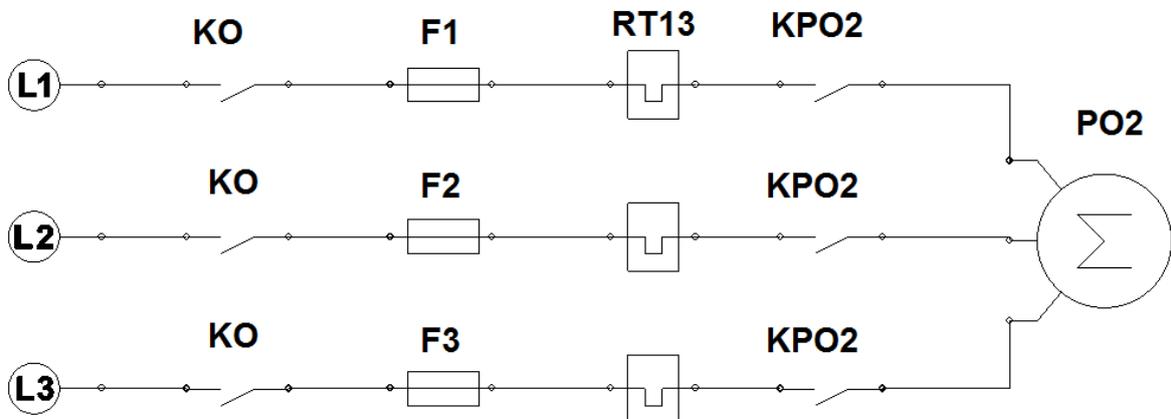
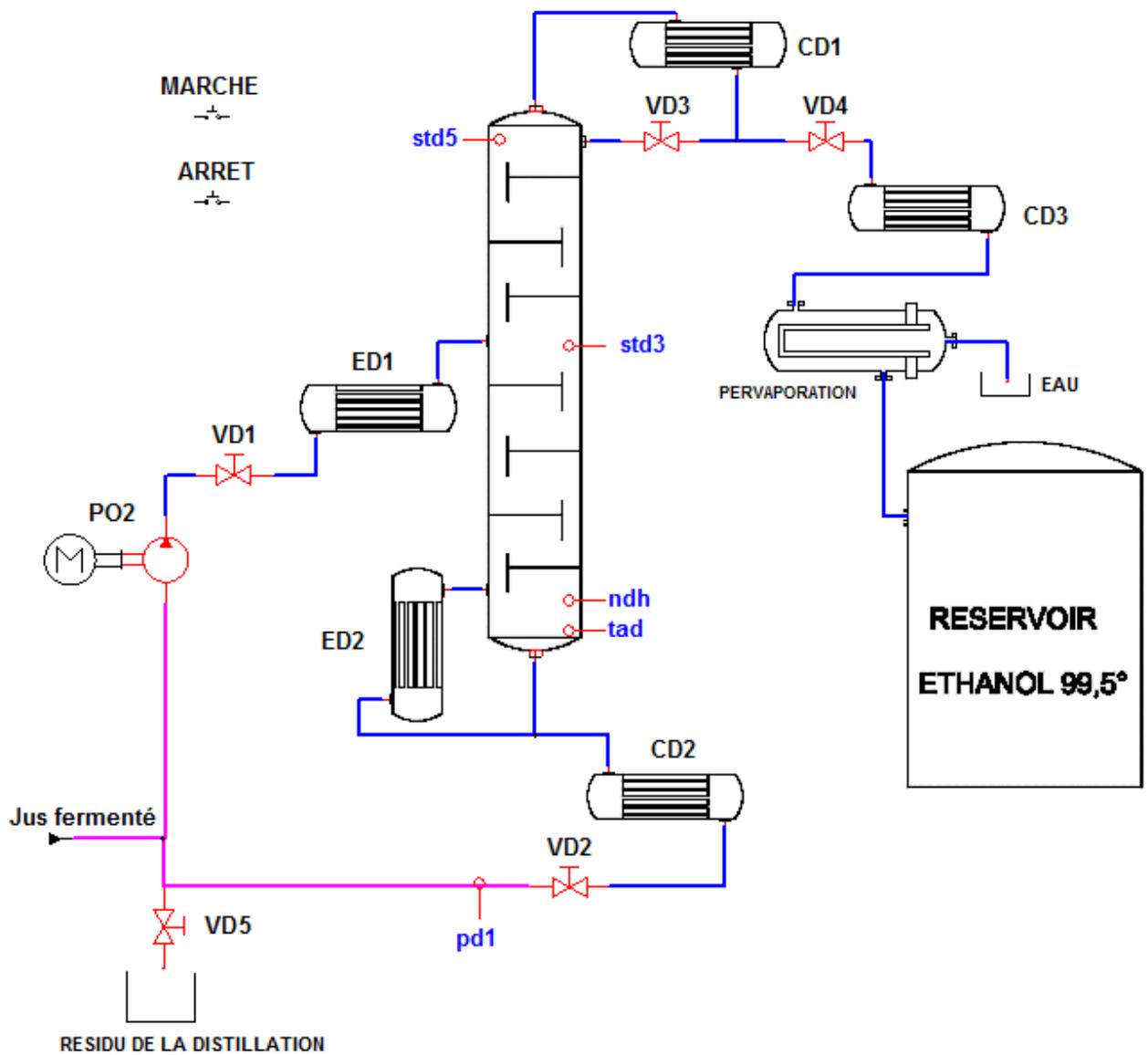
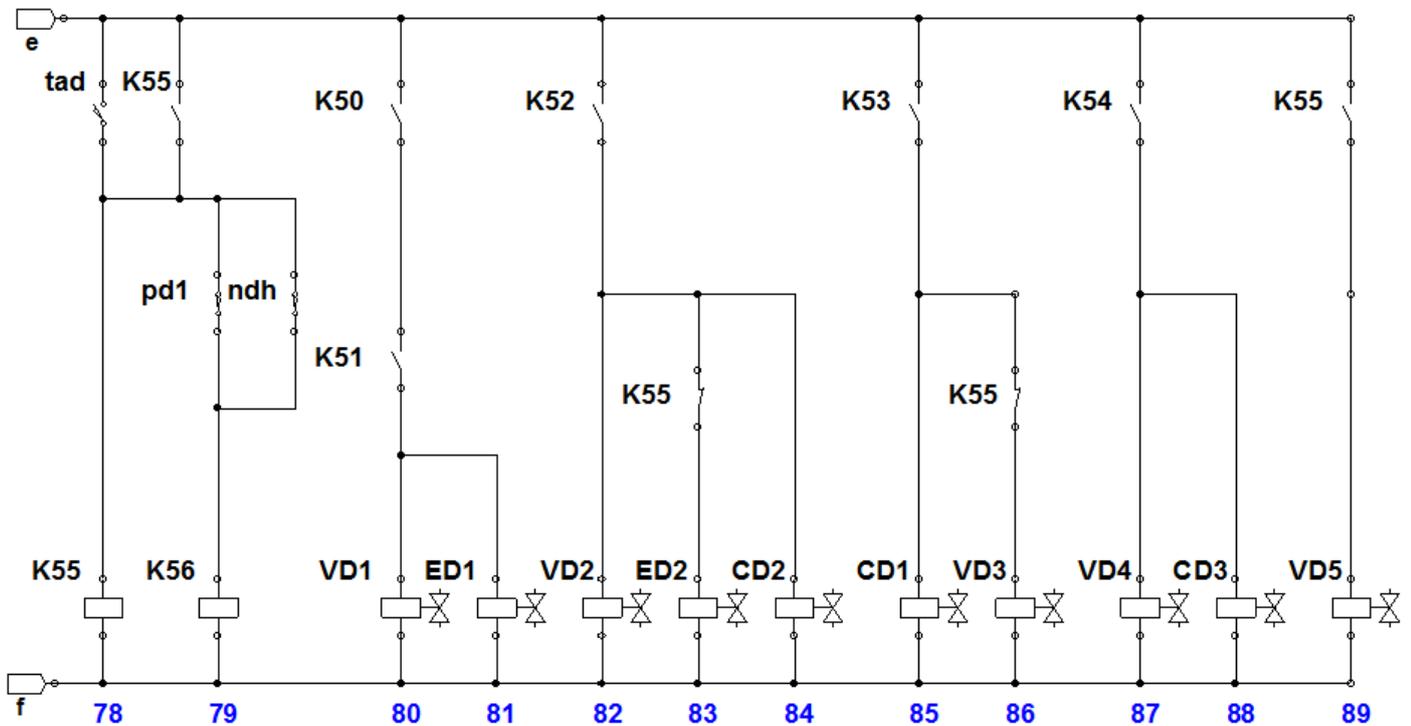
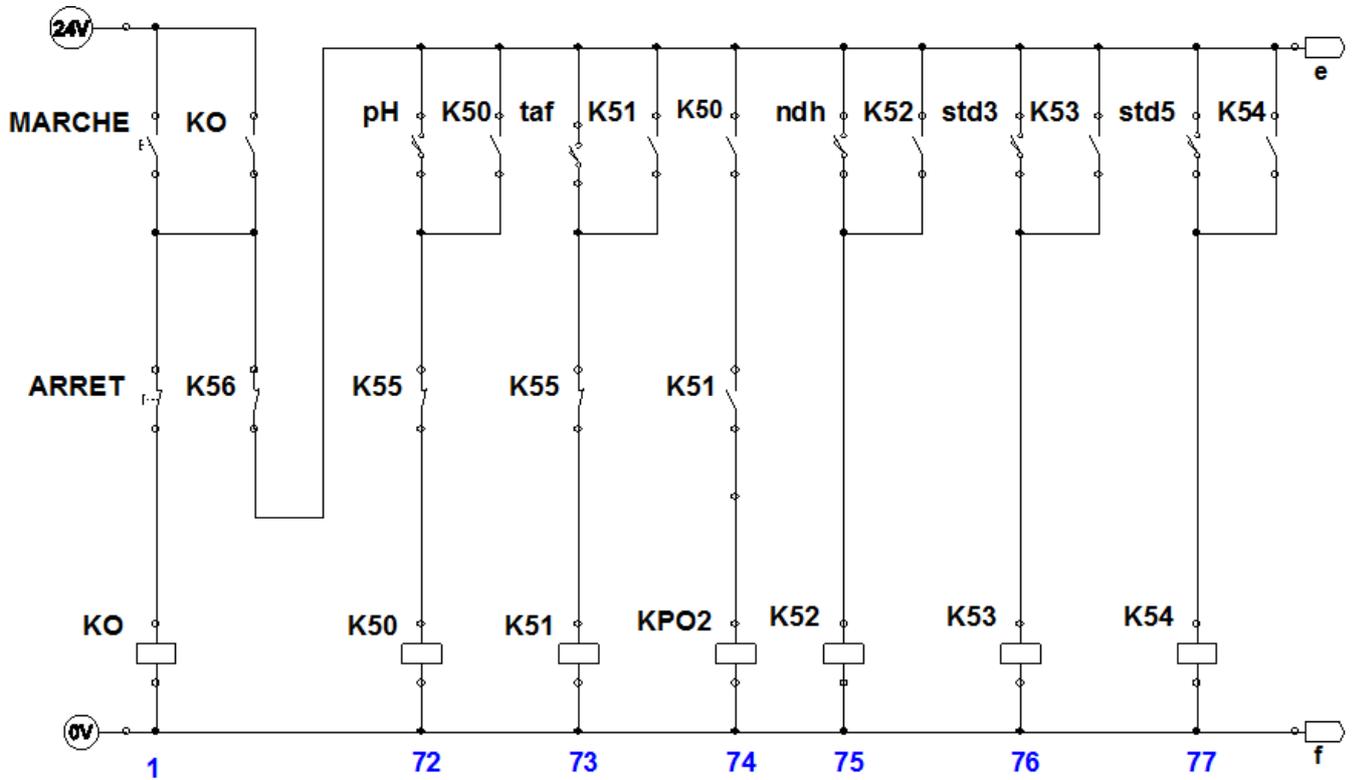


Figure 44: Circuit de puissance (phase5)

IV.2.5.1. Circuit de commande de la phase 5

➤ Langage logique câblée :



➤ Langage programmée : LADDER

