

# La mise à niveau d'une CPU

Ing. R. FAYS  
Ing. C. LIBERATORE  
PIERRARD – Virton

*Cet article a pour but d'expliquer les différentes étapes lors d'un changement de CPU d'un PLC, les raisons pour lesquelles un changement doit être effectué, les différents facteurs à étudier et les différents risques à prendre en compte. Cette étude explique tout d'abord le cas général. Ensuite, cet article présente un exemple concret réalisé au sein d'une entreprise.*

*Mots-clefs : CPU, automate, changement, étapes, cas concret.*

*The aim of this item is to explain the several steps during the change of a CPU, the reasons of this change, the different factors and risks to take into account. First this study will introduce the stages in a general case and then will implement it to a specific case made in a company.*

*Keywords : CPU, automat, change, steps, specific case.*

## 1. Introduction

Dans le monde de l'industrie, l'obsolescence ainsi que l'arrêt de production et de vente par les fournisseurs ne permettent pas d'obtenir les mises à jour des logiciels. Ce problème pourrait causer un risque de panne plus fréquent, ce qui provoquerait une diminution de la production, donc une perte d'argent. L'obsolescence touche en grande partie les différents composants électroniques utilisés dans l'automatisation, dont les automates. Il est donc essentiel de maintenir à jour les différents composants. Or, le changement d'un automate ne peut s'effectuer chaque fois sans encombre. Pour réduire le risque de problèmes lors du changement d'un automate (ou plus spécifiquement de son processeur), une étude minutieuse doit être effectuée avant le changement.

Cet article a pour but de présenter les différentes étapes essentielles avant le changement d'une CPU et seront appuyées par la réalisation concrète de ce changement au sein de l'entreprise Avery Dennison. Avery Dennison est une entreprise luxembourgeoise située à Rodange. Elle fabrique des papiers, des films et des feuilles de produits auto-adhésifs sensibles à la pression et de largeurs variables, mais aussi des produits réfléchissants, des RFID, des films biodégradables, du papier décoratif, etc. Le projet de changement de CPU a été effectué sur une machine de découpe de bobines de papier qui est initialement équipée d'un processeur Siemens « CPU 314 IFM<sup>1</sup> ». Cependant, cet appareil est devenu obsolète sur le marché.

## 2. Migration d'un automate

### 2.1. Anticipation de la migration

En industrie, le changement d'un composant doit être anticipé [1] afin de ne pas interrompre la production durant une durée trop élevée. Dans le cas des automates, cette anticipation peut se remarquer soit par une détérioration du composant et donc une multiplication du nombre de pannes, soit par une annonce de la part des fournisseurs. Dans le deuxième cas, il est dès lors possible de définir le moment où le changement de l'automate sera nécessaire. Les fournisseurs indiquent généralement l'automate de remplacement. Ce n'est cependant pas toujours le cas, ou l'entreprise n'a peut-être pas la possibilité d'utiliser cet automate conseillé. Dans ce cas, une étude doit être organisée afin de choisir le meilleur automate de remplacement, de s'assurer du bon fonctionnement du nouvel automate et de n'intervenir qu'un court instant lors du changement pour que la machine soit à l'arrêt le moins de temps possible.

---

<sup>1</sup> CPU « 314 IFM » : référence : 6ES7314-5AE03-0AB0 V1.1.

## 2.2. Bilan de l'installation

L'intérêt du bilan de l'installation est de vérifier la version des différents modules présents dans l'automate, de voir si l'obsolescence est présente ou risque de se produire dans les quelques années à venir et de voir s'il est nécessaire de modifier certains modules.

La configuration matérielle indique le type de cartes utilisées, le nombre d'entrées et de sorties réellement nécessaires, si un rack est suffisant ou s'il est nécessaire d'en introduire un ou plusieurs, si d'autres modules sont utilisés, comme par exemple un module permettant l'utilisation de la communication Ethernet ou autres. Divers types de modules sont utilisables dans la configuration matérielle :

- Le processeur : il s'agit de l'unité centrale de traitement, également appelée CPU. C'est ce composant qui exécute le code du programme, gère les unités de calculs logiques et arithmétiques, stocke les données, ... Il représente donc l'élément principal de l'automate.
- Le système d'alimentation : il peut être intégré dans la CPU. Dans le cas contraire, il est nécessaire d'introduire ce module afin d'alimenter le système.
- Le coupleur : il permet l'utilisation de racks (ou châssis) parallèles dans le cas où le rack est complet. La nécessité de l'utilisation d'un coupleur est donnée par les caractéristiques du processeur et du nombre de modules supplémentaires à intégrer. Une boucle sera alors créée pour permettre la communication entre les différents racks.
- Les modules de signaux : ces modules sont composés d'entrées et/ou de sorties digitales et/ou analogiques. Ils sont utilisés dans le cas où le module CPU, qui contient certaines fois des entrées et sorties intégrées, n'en contient pas ou pas assez pour l'application visée.
- Les modules de réservation : ces modules réservent des emplacements pour des modules de signaux non paramétrés. Ils sont présents dans le cas où le programme de l'automate sera modifié dans le futur. Il s'agit donc d'un rôle de prévention.
- Les modules de fonction : les modules de fonction sont des modules permettant de réaliser des fonctions de comptage, de fréquencemètre, de positionnement, de régulateur, ... Il est possible que ces fonctions soient intégrées au processeur comme par exemple la CPU « 314 IFM » qui contient des compteurs intégrés.
- Les modules de communication : ce type de modules permet d'établir différentes sortes de liaisons comme par exemple Profinet, Profibus, Ptp. Ils sont utilisés en tant qu'ajout au processeur (si celui-ci ne contient pas le type de communication désirée) ou en tant que complément (si par exemple plusieurs communications de type Profinet sont nécessaires mais que le processeur ne possède qu'un seul port).

Dans le but de choisir une CPU efficace répondant aux besoins de la machine, il faut préalablement connaître les caractéristiques de l'automate initialement utilisé et les différentes fonctions réalisées. Il est ensuite nécessaire d'étudier les caractéristiques des différents processeurs proposés par les fournisseurs.

### **2.3. Remplacement**

Pour n'intervenir qu'un court instant sur la machine et donc bloquer l'utilisation de celle-ci par les opérateurs le moins de temps possible, il faut vérifier plusieurs paramètres, ainsi que préparer le changement. En effet, dans certains cas, il n'est pas possible de trouver un automate possédant exactement les mêmes caractéristiques. Le choix du nouvel automate est donc une étape minutieuse. De plus, certaines modifications logicielles doivent être apportées afin d'avoir les deux CPU fonctionnant de la même façon.

#### ***Caractéristiques de l'automate***

Grâce au bilan de l'installation, on peut retrouver les caractéristiques de l'automate et surtout son utilisation. En effet, le choix du nouvel automate dépend de celui initialement utilisé.

- Dans les caractéristiques, on retrouve tout d'abord la mémoire de travail ainsi que la mémoire système. Il s'agit en fait de la mémoire pour l'exécution du programme et de la mémoire qui contiendra les données de la machine.
- De plus, les dimensions de l'automate peuvent être une contrainte dans le choix. En effet, certains automates sont inclus dans une armoire électrique avec d'autres composants. La place de l'automate peut donc être limitée.
- Ensuite, le nombre d'entrées et de sorties de l'automate est un facteur qui peut être négligé s'il est possible d'utiliser un module de signaux supplémentaire.
- Les fonctions intégrées à l'automate doivent également être prises en compte s'il n'est pas possible de trouver un automate intégrant ce module de fonction.
- La vitesse de traitement de l'information peut également être importante. Dans le cas où les CPU n'ont pas les mêmes vitesses de traitement des informations et si des calculs sont réalisés en prenant en compte la vitesse de traitement, les données utilisées doivent être adaptées. Par exemple, lors du démarrage d'un moteur sans utiliser de temporisation mais uniquement une incrémentation en fonction de la vitesse de traitement (par exemple, on augmente la vitesse de rotation de 10 tours/min à chaque fois qu'on lit le code jusqu'à atteindre 100), il faut adapter les paramètres d'incrémentation du nouvel automate pour qu'il fonctionne comme l'initial.
- Enfin, la compatibilité avec les autres équipements et les autres modules doit être vérifiée. Par exemple, un HMI (Human Machine Interface) permettant la communication entre un opérateur et une machine est utilisé, il n'est peut-

être pas compatible avec tous les automates. Il est dès lors important de vérifier au préalable la compatibilité de l'automate choisi avec les différents composants déjà installés. Cette compatibilité peut être donnée par les fournisseurs directement (via les fiches techniques). De plus, certains logiciels indiquent également si tous les composants sont compatibles ou non. Certains fournissent même quels autres composants seraient idéaux.

### ***Éléments supplémentaires***

Ensuite, la nouvelle CPU peut nécessiter certaines spécificités supplémentaires comme l'utilisation d'un logiciel de programmation différent ou encore l'utilisation d'une carte mémoire.

### ***Connexion***

Il est également primordial de vérifier que la connexion entre l'automate et l'ordinateur peut s'effectuer. Cela permet de vérifier le bon fonctionnement de l'automate ainsi que de réaliser certains tests. Pour ce faire, il est préférable d'utiliser un programme basique avec la CPU seule (sans autres modules supplémentaires), car le test est effectué sur une CPU seule. L'automate se mettrait en défaut s'il n'était pas connecté au reste des modules.

### ***Modifications logicielles***

Lorsque le nouvel automate choisi ne correspond pas entièrement à l'initial (notamment au niveau des fonctions intégrées), certaines modifications au niveau du code doivent peut-être être apportées. Pour ce faire, il faut tout d'abord comprendre le fonctionnement des parties à modifier et réaliser des tests sur le nouvel automate avant l'installation pour vérifier que celui-ci fonctionne exactement comme l'initial. De plus, certains paramètres au niveau du logiciel doivent être modifiés si le logiciel ne le fait pas automatiquement. Par exemple, en remplaçant un automate par un autre, la position des fonctions intégrées peut différer. Il faut donc éventuellement modifier l'adressage des fonctions pour qu'elle corresponde au nouvel automate.

### ***Préparation***

Enfin, avant de commencer le changement physique de la CPU, il est utile de créer un mode opératoire reprenant les différentes étapes de branchement. En général, les connexions de l'automate final restent identiques par rapport aux connexions de l'automate initial afin de ne pas confondre les broches des deux automates et d'éviter des changements inutiles. Dans le cas où il n'est pas possible de garder les mêmes assignations, il est préférable de bien noter le changement des connexions. Enfin, pour faciliter le changement et si un problème de confusion surgit dans le changement, il est judicieux d'étiqueter les câbles de l'automate. Le document reprenant toutes les caractéristiques précédentes permet de switcher plus rapidement les CPU et donc de perdre moins de temps. Un deuxième document reprenant les étapes de

retour en arrière doit également être créé si un problème apparaît lors du changement ou si l'automate ne fonctionne pas comme souhaité.

### 3. Réalisation concrète

Le projet a été réalisé au sein de l'entreprise Avery Dennison située à Rodange au Luxembourg. Le travail consistait à modifier l'automate d'une machine de découpe de bobines de papier. L'automate utilisé initialement était un automate « CPU 314 IFM », automate qui n'est plus vendu par le fournisseur Siemens. Il était donc obsolète. Ce composant provoquait un nombre de pannes très élevé. Ces pannes représentaient en moyenne un arrêt de la machine de 210 minutes mensuellement, ce qui correspondait à une perte d'environ 7 000 euros. Le changement du composant est donc primordial pour pouvoir réduire ce temps d'arrêt de production et donc pour augmenter le rendement de la machine.

#### 3.1. Bilan de l'installation

La figure 1 représente la configuration matérielle du slitter 42 au début du projet. Le slitter est une machine de découpe de papier. C'est à partir de cette configuration qu'il est possible de déterminer quels composants doivent être changés.

On remarque premièrement qu'il y a deux racks présents : le rack (0) ur et le rack (1) UR (noms des axes). Ceci s'explique par le fait les CPU « S7-300 » ne peuvent contenir par rack uniquement 8 modules supplémentaires et au maximum 32 modules. Dans le premier rack, il y a la CPU « 314 IFM » avec le coupleur « IM 365 ». La CPU contient des adresses d'entrées allant de 124 à 135 et des adresses de sorties allant de 124 à 129. Il y a également huit autres modules :

- Deux modules de signaux de sorties analogiques (1 pour 4 sorties analogiques nommé AO4\*12Bit<sup>2</sup> et un pour 2 sorties analogiques nommé AO2\*12Bit).
- Cinq modules de signaux d'entrées digitales (1 pour 16 entrées digitales nommé DI16\*DC24V et 4 pour 32 entrées digitales nommés DI32\*DC24V).
- Un module de communication appelé CP 343-1 Lean. Ce module permet la communication Profinet entre la machine et les ordinateurs de contrôle.

Sur le second rack, on retrouve le coupleur « IM 365 » qui est lié au premier rack ainsi que d'autres modules de signaux :

- Trois modules pour des sorties digitales, nommés DO32\*DC24V/0.5A.

---

<sup>2</sup> AO4\*12Bit : le 12 bit signifie la résolution, donc le nombre de bits en sortie. Dans ce cas, la valeur en sortie pourra se trouver entre 0 et  $2^{12}-1$ , soit entre 0 et 4095.

- Un module contenant 16 entrées digitales et 16 sorties digitales, nommé DI16/DO16\*24V/0.5A.
- Un module pour 8 sorties analogiques, nommé AO8\*12Bit.

**(0) ur**

1	
2	CPU 314 IFM
3	IM365
4	AO4x12Bit
5	AO2x12Bit
6	DI16xDC24V
7	DI32xDC24V
8	DI32xDC24V
9	DI32xDC24V
10	DI32xDC24V
11	CP 343-1 Lean

**(1) UR**

1	
2	
3	IM365
4	DO32xDC24V/0.5A
5	DO32xDC24V/0.5A
6	DO32xDC24V/0.5A
7	DI16/DO16x24V/0.5A
8	AO8x12Bit
9	
10	
11	

**(0) ur**

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1							
2	CPU 314 IFM	6ES7 314-5AE03-QAB0	V1.1	2	124...135	124...129	
3	IM365	6ES7 365-0BA01-QAA0			2000		
4	AO4x12Bit	6ES7 332-5HD01-QAB0				256...263	
5	AO2x12Bit	6ES7 332-5HB01-QAB0				272...275	
6	DI16xDC24V	6ES7 321-7BH00-QAB0			8...9		
7	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-QAA0			12...15		
8	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-QAA0			16...19		
9	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-QAA0			20...23		
10	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-QAA0			24...27		
11	CP 343-1 Lean	6GK7 343-1CX10-QXE0	V1.0	3	368...383	368...383	

**(1) UR**

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1							
2							
3	IM365	6ES7 365-0BA01-QAA0			2004		
4	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-QAA0				32...35	
5	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-QAA0				36...39	
6	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-QAA0				40...43	
7	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-QAA0			44...45	44...45	
8	AO8x12Bit	6ES7 332-5HF00-QAB0				448...463	
9							
10							
11							

Figure 1 : configuration matérielle initiale

Dans les différents modules présents, seuls la CPU « 314 IFM » et le module de signaux DI16\*DC24V<sup>3</sup> ne sont plus à jour. Le module qui remplacera la CPU « 314

<sup>3</sup> DI16\*DC24V : référence 6ES7321-7BH00-0AB0.

IFM » sera étudié dans le point 3.2. Le module DI16\*DC24V<sup>3</sup> doit donc être remplacé par un autre module similaire : ce dernier est le module DI16\*DC24V<sup>4</sup>. Les deux modules (l'ancien et le remplaçant) contiennent tous les deux le même nombre d'entrées, autorisent les interruptions (utilisées), sont alimentés de la même manière, possèdent le même nombre de pins, les dimensions sont identiques donc cela ne posera pas de soucis au niveau des dimensions dans l'armoire électrique.

La figure 2 représente la nouvelle configuration matérielle, qui sera donc similaire à la configuration initiale, excepté au niveau de la CPU et du module de signaux DI16\*DC24V.

The figure displays the hardware configuration interface for a PLC system. It shows two rack configurations, (0) ur and (1) UR, and a detailed table of modules.

**Rack (0) ur:**

1	
2	CPU 314C-2 PN/DP
X1	MPI/DP
X2	PN-IO
X2 P1 R	Port 1
X2 P2 R	Port 2
2.5	DI24/DO16
2.6	AI5/AO2
2.7	Count
2.8	Position
3	IM365
4	AO4x12Bit
5	AO2x12Bit
6	DI16xDC24V
7	DI32xDC24V
8	DI32xDC24V
9	DI32xDC24V
10	DI32xDC24V
11	CP 343-1 Lean

**Rack (1) UR:**

1	
2	
3	IM365
4	DO32xDC24V/0.5A
5	DO32xDC24V/0.5A
6	DO32xDC24V/0.5A
7	DI16/DO16x24V/0.5A
8	AO8x12Bit
9	
10	
11	

**Module Table:**

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1							
2	CPU 314C-2 PN/DP	6ES7 314-6EH04-0AB0	V3.3	2			
X1	MPI/DP			2	2047*		
X2	PN-IO				2046*		
X2 P1 R	Port 1				2045*		
X2 P2 R	Port 2				2044*		
2.5	DI24/DO16				124...126	124...125	
2.6	AI5/AO2				128...137	128...131	
2.7	Count				816...831	816...831	
2.8	Position				832...847	832...847	
3	IM365	6ES7 365-0BA01-0AA0			2000		
4	AO4x12Bit	6ES7 332-5HD01-0AB0				256...263	
5	AO2x12Bit	6ES7 332-5HB01-0AB0				272...275	
6	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0			8...9		
7	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			12...15		
8	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			16...19		
9	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			20...23		
10	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			24...27		
11	CP 343-1 Lean	6GK7 343-1CX10-0XE0	V2.0		368...383	368...383	

Figure 2 : nouvelle configuration matérielle

<sup>4</sup> DI16\*DC24V : référence 6ES7321-1BH01-0AB0.

### 3.2. Caractéristiques de l'ancienne CPU et contraintes

La CPU « 314 IFM » est la CPU qui doit être modifiée. Voici les caractéristiques de la CPU obsolète [2] :

- Alimentation 24 Vdc intégrée.
- Pas de logement pour une carte mémoire.
- Nombre d'entrées digitales : 16.
- Nombre de sorties digitales : 16.
- Nombre d'entrées analogiques : 4.
- Nombre de sorties analogiques : 1.
- Dimensions (largeur \* hauteur \* profondeur [mm]) : 160\*125\*130.
- Mémoire de travail : 32 ko non extensible.
- Temps de traitement d'un bit : minimum 0,3 µs.
- Communication : MPI<sup>5</sup>.
- Nombre de DB<sup>6</sup> : 128.
- Nombre de FB<sup>7</sup> : 128.
- Nombre de FC<sup>8</sup> : 128.
- Nombre de mémentos : 2048.
- Type d'horloge : horloge matérielle.
- Données rémanentes : maximum 144 octets.
- Nombre de compteurs utilisés : 2.

Dans l'application initiale, les deux compteurs sont utilisés en parallèle et sont assignés aux entrées 126.0 (impulsion du compteur A), 126.1 (direction du compteur A), 126.2 (impulsion du compteur B) et 126.3 (direction du compteur B). Ils mesurent des longueurs de bobines au niveau de la machine.

### 3.3. Choix de la nouvelle CPU

Pour la nouvelle CPU, il est nécessaire d'avoir une communication de type Profinet<sup>9</sup> et une bonne performance<sup>10</sup>. De plus, il doit être possible d'ajouter des modules. Enfin, la CPU à changer doit être présente dans le stock dans l'entreprise Avery

---

<sup>5</sup> MPI : Multi-Point Interface – communication permettant le raccord entre des automates, la station de programmation, le panel opérateur, ... pouvant aller jusqu'à 50m sans répéteur.

<sup>6</sup> DB : Data Block, bloc de données.

<sup>7</sup> FB : Fonction Block, bloc avec mémoire.

<sup>8</sup> FC : Fonction, bloc sans mémoire.

<sup>9</sup> Profinet : avec câbles Ethernet : plus rapide que la communication MPI.

<sup>10</sup> Performance : dépend du type de machines et se visualise au niveau de la vitesse de traitement des données, sa capacité de stockage, ...

Dennison. Il s'agit d'une contrainte imposée. Le tableau 1 reprend les différents types de processeurs proposés par le fournisseur désiré par l'entreprise : Siemens [3, 4].

<b>Caractéristiques</b>	<b>S7-1200</b>	<b>S7-300</b>	<b>S7-400</b>	<b>S7-1500</b>
Performance	Faible	Bonne	Haute	Haute
Modules d'extension	32	32	3000	32
Communication	Profibus / Profinet	MPI / Profibus / Profinet	MPI / Profibus / Profinet	Profibus / Profinet
Ordre de prix (€)	500	1 500	5 000	1 700

*Tableau 1 : caractéristiques des processeurs*

La première catégorie ne convient pas pour le projet à cause de sa faible performance. Le « S7-300 » peut convenir. Le « S7-400 » et le « S7-1500 » peuvent également convenir. Il est préférable de choisir une CPU « S7-1500 », car les « S7-300 » vont devenir obsolètes d'ici 2023 et les « S7-400 » sont beaucoup plus chères. Cependant, selon les contraintes initiales requises (utilisation du stock de l'entreprise), il faut utiliser une CPU présente en magasin. Voici la liste de composants disponibles dans le magasin de l'entreprise :

- CPU 314
- CPU 315F
- CPU 313C
- CPU 313C-2DP
- CPU 314
- CPU 314C-2DP
- CPU 315-2DP
- CPU 314C-2PN/DP
- CPU 315F 2PN/DP

Il n'y a aucune CPU « S7-1500 ». Le choix se portera donc vers une CPU « S7-300 ». Le tableau 2 représente les sous-catégories de CPU présentes dans la catégorie principale « S7-300 » [5].

Comme il faut utiliser les fonctions intégrées de comptage, seules les CPU « compact » peuvent être utilisées.

Le choix de la communication étant Profinet, il ne reste plus que la CPU 314C-2PN/DP et la CPU 315F-2PN/DP. En regardant la sous-catégorie de CPU, il est nécessaire de prendre une CPU de type « compact ». Le choix final de la CPU sera

donc une CPU 314C-2PN/DP. La lettre « C » faisant référence au type de CPU « Compact », « PN », à la communication Profinet et « DP », à la communication Profibus.

Caractéristiques	Standard	Compact	Fail-safe	Technology
Profibus	Oui	Oui	Oui	Oui
Profinet	Oui	Oui	Oui	Non
MPI	Oui	Oui	Oui	Oui
E/S intégrées	Non	Oui	Non	Oui (digitales)
Fonctions technologiques	Non	Compteur, fréquence-mètre, positionnement, modulation de largeur d'impulsion	Sécurité	Positionnement, caméra, régulateur

Tableau 2 : caractéristiques des S7-300



Figure 3 : CPU 314C-2PN/DP [6]

Voici les caractéristiques de la CPU retenue (voir figure 3) [6] :

- Alimentation 24 Vdc intégrée.
- Carte mémoire requise.
- Nombre d'entrées digitales : 24.
- Nombre de sorties digitales : 16.
- Nombre d'entrées analogiques : 5.
- Nombre de sorties analogiques : 2.
- Dimensions : (largeur \* hauteur \* profondeur [mm]) 120\*125\*130.

- Mémoire de travail : 192 ko non extensible.
- Temps de traitement d'un bit : 0,06  $\mu$ s.
- Communications : Profibus, Profinet (2) et MPI.
- Nombre de DB : 1024.
- Nombre de FB : 1024.
- Nombre de FC : 1024.
- Nombre de mémentos : 2048.
- Type d'horloge : horloge matérielle.
- Données rémanentes : maximum 64 ko.
- Nombre de compteurs : 4.

### ***Compatibilité avec les différents modules***

Tout d'abord, il faut regarder que la nouvelle CPU est bien compatible avec les différents modules :

- IM 365 : compatible.
- CP 343-1 lean : compatible.

La compatibilité se vérifie via les différents sites de Siemens [7-9].

### ***Les fonctions intégrées***

Ensuite, les fonctions intégrées sont adressées à des entrées et sorties spécifiques (et non-modifiables) au niveau des CPU. Une fonction intégrée est une caractéristique propre à l'automate qui permet de réaliser des fonctions particulières sans nécessiter de matériel supplémentaire, comme par exemple des fonctions de comptage, de fréquencesmètre, de positionnement, etc. Cet adressage est différent pour chaque CPU, ne peut être déplacé et peut nécessiter un besoin de nouvel adressage lors d'un changement de CPU.

Deux compteurs étant requis dans l'application (choix du compteur voie 0 et voie 1), il est nécessaire de modifier l'adressage des entrées et sorties qui étaient assignées aux adresses des compteurs 0 et 1. Le tableau 3 et la figure 4 représentent l'adressage de l'ancienne CPU, tandis que le tableau 4 et la figure 5 représentent celui de la nouvelle CPU. Il est dès lors possible de réaliser un tableau reprenant les différents changements d'adresses à effectuer lors du changement de CPU au niveau du câblage ainsi qu'au niveau du programme où se trouve le code.

Broche	Fonction
2	Voie 0 : impulsion
3	Voie 0 : sens
4	Voie 1 : impulsion
5	Voie 1 : sens

*Tableau 3 : connexion des compteurs de la CPU 314 IFM*

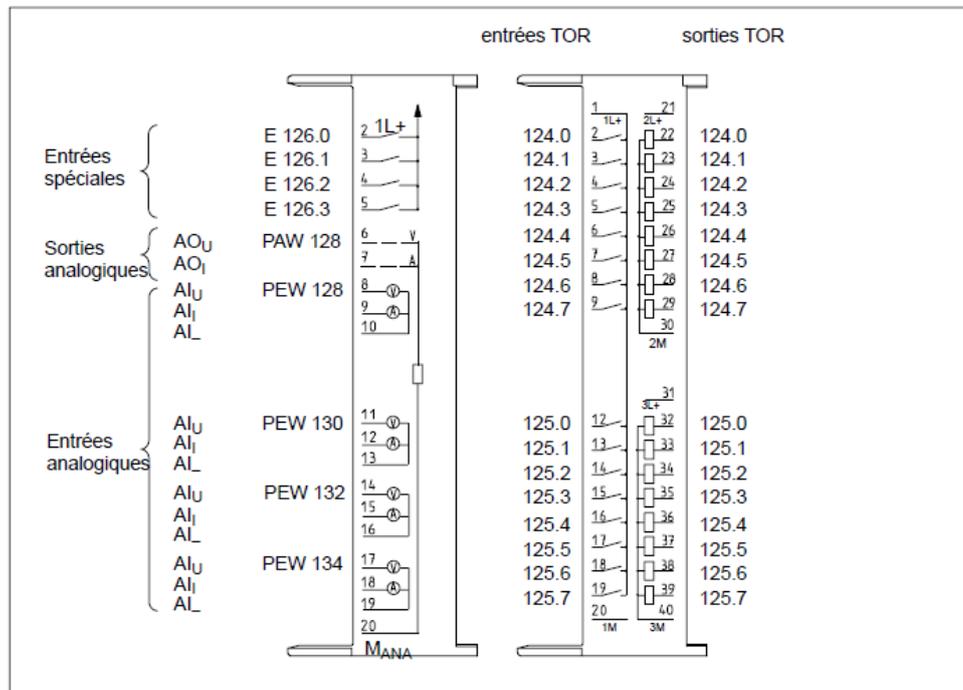


Figure 4 : adressage CPU initiale (314 IFM)

Il faut également faire attention à l'adressage dans les DB d'instance<sup>11</sup>. En effet, la valeur du comptage n'est pas la même dans les DB d'instance. Il faut donc modifier le programme pour exploiter la bonne valeur du nouveau DB. De plus, l'utilisation des fonctions intégrées génère l'appel des SFB<sup>12</sup>, dépendants de chaque CPU. Ces SFB sont intégrés dans les logiciels, sont liés à un DB d'instance et ne sont pas modifiables.

Dans le cas de la CPU « 314 IFM », c'est le SFB 38 qui est généré par les compteurs tandis que pour la CPU « 314C-2PN/DP », c'est le SFB 47 qui est généré [10, 11]. Ces SFB n'ont pas les mêmes caractéristiques. La figure 6 représente le SFB38 utilisé par l'ancienne CPU tandis que la figure 7 représente le SFB47 exploité par la nouvelle CPU. Il faut donc paramétrer le nouvel SFB lié aux compteurs pour que ce dernier agisse de la même façon que le compteur initial. Certains paramètres peuvent premièrement être modifiés au niveau des propriétés des fonctions de comptage comme le montre la figure 8. Il est dès lors préférable de réaliser des tests (dans le cas où le matériel le permet) pour valider le bon fonctionnement du nouvel SFB.

<sup>11</sup> DB d'instance : DB lié à un SFB.

<sup>12</sup> SFB : System Function Block, bloc système avec mémoire.

Broche	Fonction	Broche	Fonction
2	Voie 0 : impulsion	13	Voie 3 : impulsion
3	Voie 0 : sens	14	Voie 3 : sens
4	Voie 0 : validation matérielle <sup>13</sup>	15	Voie 3 : validation matérielle
5	Voie 1 : impulsion	16	Voie 0 : verrou <sup>14</sup>
6	Voie 1 : sens	17	Voie 1 : verrou
7	Voie 1 : validation matérielle	18	Voie 2 : verrou
8	Voie 2 : impulsion	19	Voie 3 : verrou
9	Voie 2 : sens	22	Voie 0 : sortie
12	Voie 2 : validation matérielle	23	Voie 1 : sortie

Tableau 4 : connexion des compteurs de la CPU 314C 2PN/DP

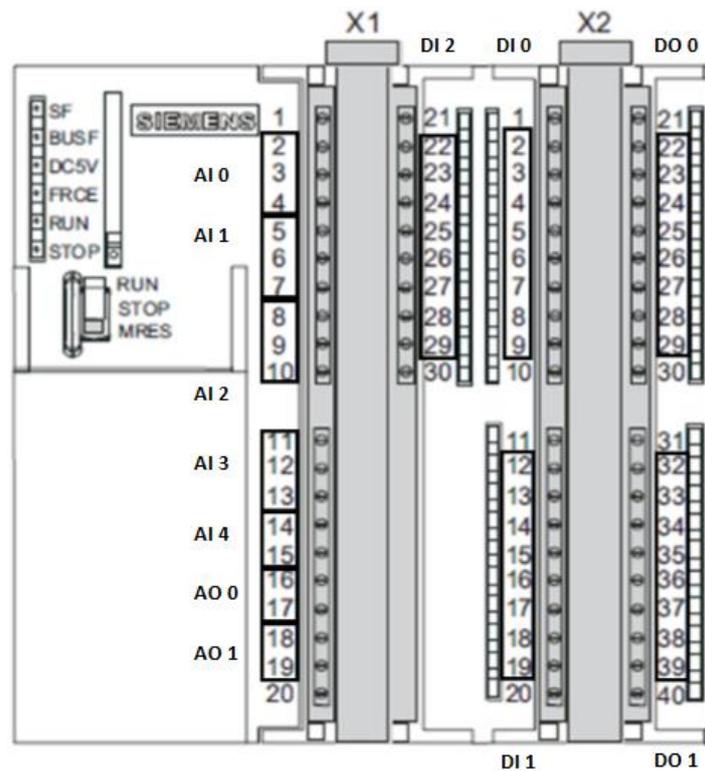


Figure 5 : adressage CPU finale (314C 2PN/DP)

<sup>13</sup> Validation matérielle : permet de démarrer le compteur au niveau de la partie matérielle. Seule la partie logicielle sera prise en compte si la validation matérielle n'est pas utilisée.

<sup>14</sup> Verrou : permet d'enregistrer une valeur du compteur.

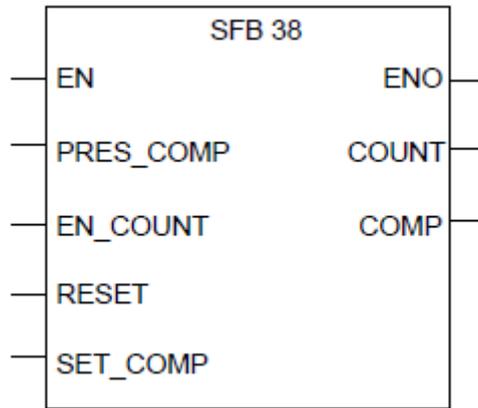


Figure 6 : SFB38

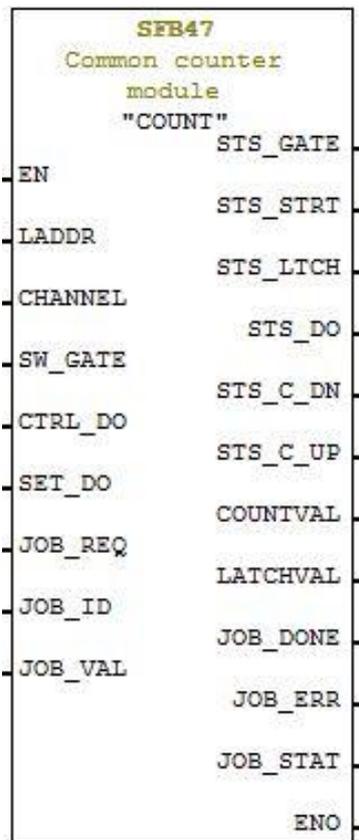


Figure 7 : SFB47

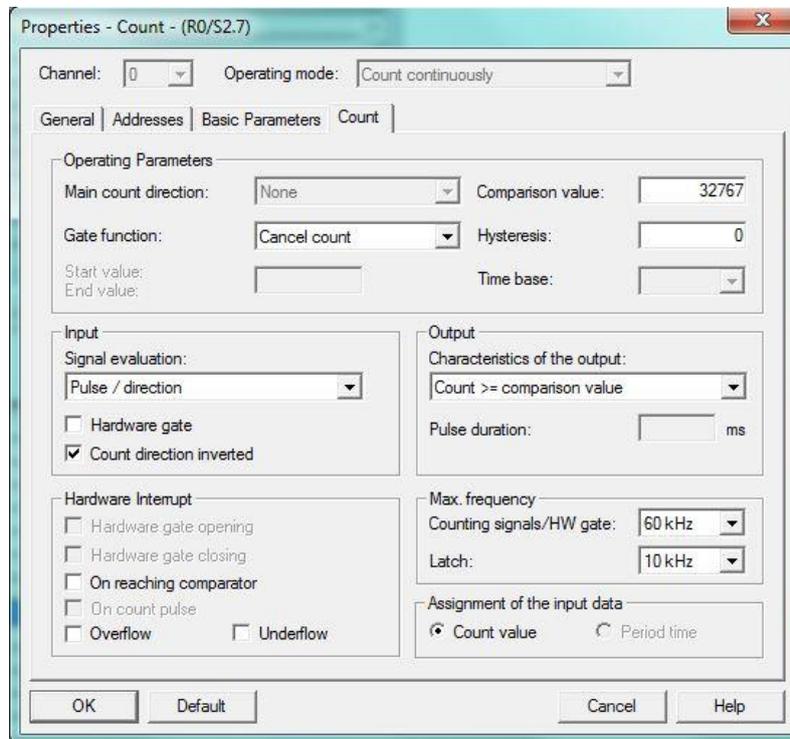


Figure 8 : paramétrage des compteurs

### Compatibilité avec les SFC

Ensuite, il faut vérifier la compatibilité de l'appel des SFC<sup>15</sup>, également intégrés dans le système d'exploitation. Pour ce faire, il existe un logiciel nommé « S7-300Up-Check », comme montré à la figure 9. Ce test détermine s'il y a des risques en cas de mise à niveau du contrôleur. Ce logiciel analyse le programme avec les différents blocs utilisés et avertit en cas de problème.

Le résultat du test indique qu'il n'y a pas de risque au niveau des SFC de la CPU. Cependant, le logiciel ne prend pas en compte l'utilisation d'une microcarte mémoire et la rapidité du traitement de commande. La CPU « 314 IFM » ne contient pas de logement pour une carte mémoire, donc cette partie n'est pas à prendre en compte. Pour la rapidité du traitement de commande, il a fallu adapter la partie permettant de calculer l'accélération des moteurs en fonction du temps de traitement de l'information pour que cette accélération reste identique à celle de l'automate initial.

<sup>15</sup> SFC : System Function, bloc système sans mémoire.

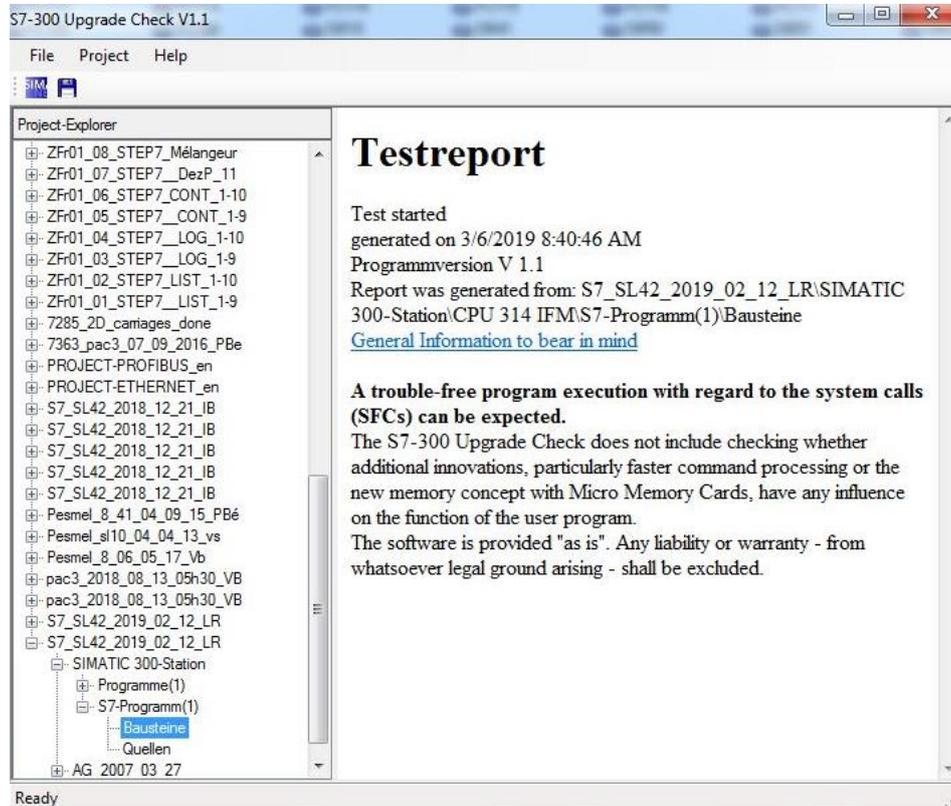


Figure 9 : résultat test S7-300 Upgrade Check V1.1

## Connexion

Enfin, la connexion entre l'automate et l'ordinateur doit être assurée pour pouvoir réaliser les différents tests. Un outil propre à Step 7 permet de vérifier la connexion. La figure 10 indique que la connexion entre l'ordinateur et l'automate est bien réalisée. Cet outil s'appelle « Accessible nodes » et donne l'accès aux différents blocs présents dans l'automate.

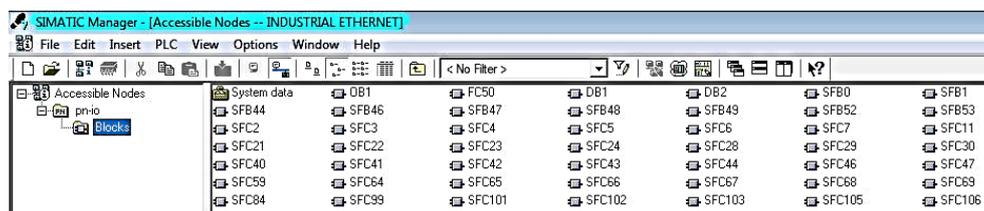


Figure 10 : accessible nodes

### ***Éléments supplémentaires***

Dans le cas de la présente étude, la nouvelle CPU requiert l'utilisation d'une micro-carte mémoire. L'insertion de cette carte doit se faire lorsque la CPU est éteinte. Après allumage, si le bouton « stop » de la CPU clignote lorsque la carte est insérée, cela signifie qu'il est nécessaire d'effacer les données présentes dessus et de formater la carte. De plus, cet automate requiert l'utilisation du logiciel Tia Portal et non Step7. Une migration entre les deux automates doit dès lors se produire pour pouvoir utiliser le nouvel automate.

### **3.4. Préparation du changement**

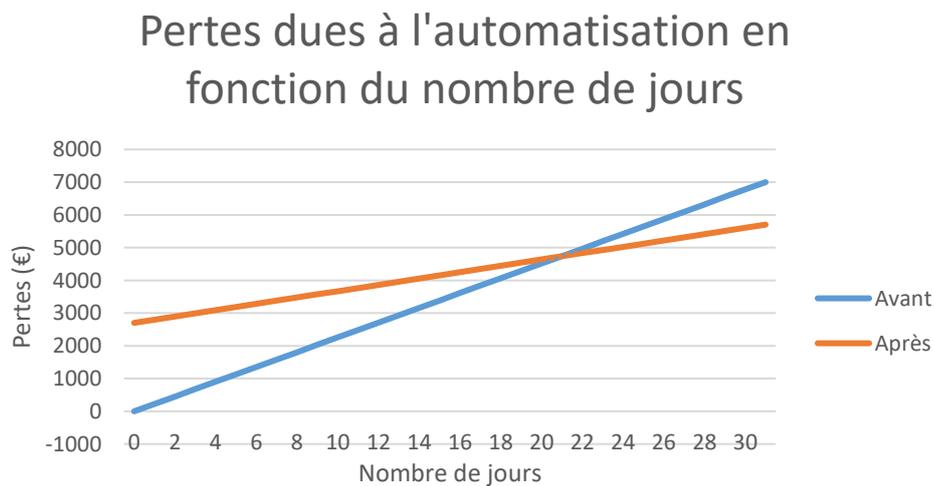
Afin de faciliter le changement et donc interrompre la production le moins de temps possible, une procédure reprenant les différentes étapes du changement a été établie. Voici les différentes étapes du changement :

- Couper l'alimentation.
- Retirer les deux connecteurs de la CPU 314 IFM.
- Retirer la CPU 314 IFM.
- Placer la CPU 314C 2PN/DP.
- Brancher les deux connecteurs sur la CPU 314C 2PN/DP en gardant les mêmes positions.
- Transférer les entrées I124.0 à I124.7 (x2 : 2 à 9) aux entrées I126.0 à I126.7 (x1 : 22 à 29).
- Transférer les entrées I126.0 à I126.3 (x1 : 2 à 5) aux entrées I124.0, I124.1, I124.3, I124.4 (x2 : 2, 3, 5, 6).
- Transférer les entrées I125.4 et I125.5 (x2 : 16, 17) aux entrées I124.6 et I124.7 (x2 : 8 à 9).
- Transférer les sorties Q124.0 et Q124.1 (x2 : 22, 23) aux sorties Q36.2 et Q36.3 (x2 : 4, 5).
- Débrancher la sortie PAW 128 (x1 : 6, 7).
- Transférer l'entrée PEW 128 (x1 : 8, 9, 10) aux bornes x1 : 2, 3, 4.
- Transférer l'entrée PEW 130 (x1 : 11, 12, 13) aux bornes x1 : 5, 6, 7.
- Transférer l'entrée PEW 132 (x1 : 14, 15, 16) aux bornes x1 : 8, 9, 10.
- Transférer l'entrée PEW 134 (x1 : 17, 18, 19) aux bornes x1 : 11, 12, 13.
- Rebrancher la sortie PAW 128 aux bornes x1 : 16, 17.
- Brancher l'alimentation au connecteur x2 : 1, 21, 31.
- Brancher la masse au connecteur x1 : 20, 30 et x2 : 20, 30, 40.
- Remettre l'alimentation.

Une seconde procédure a été créée dans le cas où un problème survient durant le changement ou si l'automate ne fonctionne pas correctement. Voici les différentes étapes du backup :

- Couper l'alimentation.

- Retirer les deux connecteurs de la CPU 314C-2PN/DP.
- Retirer la CPU 314C-2PN/DP.
- Placer la CPU 314 IFM.
- Brancher les deux connecteurs sur la CPU 314C 2PN/DP en gardant les mêmes positions.
- Débrancher la sortie PAW 128 (x1 : 16, 17).
- Transférer l'entrée PEW 134 (x1 : 11, 12, 13) aux bornes x1 : 17, 18, 19.
- Transférer l'entrée PEW 132 (x1 : 8, 9, 10) aux bornes x1 : 14, 15, 16.
- Transférer l'entrée PEW 130 (x1 : 5, 6, 7) aux bornes x1 : 11, 12, 13.
- Transférer l'entrée PEW 128 (x1 : 2, 3, 4) aux bornes x1 : 8, 9, 10.
- Rebrancher la sortie PAW 128 aux bornes x1 : 6, 7.
- Transférer les entrées I124.6 et 124.7 (x2 : 8 à 9) aux entrées I125.4 et I125.5 (x2 : 16, 17).
- Transférer les entrées I124.0, I124.1, I124.3, I124.4 (x2 : 2, 3, 5, 6) aux entrées I126.0 à I126.3 (x1 : 2 à 5).
- Transférer les entrées I126.0 à 126.7 (x1 : 22 à 29) aux entrées I124.0 à I124.7 (x2 : 2 à 9).
- Transférer les sorties Q36.2 et Q36.3 (x2 : 4, 5) aux sorties Q124.0 et Q124.1 (x2 : 22, 23).
- Brancher l'alimentation au connecteur x2 : 1, 21, 31.
- Brancher la masse au connecteur x1 : 20 et x2 : 20, 30, 40.
- Remettre l'alimentation.



*Figure 11 : retour sur investissement*

### 3.5. Bilan du changement

Après le changement de l'automate, une étude a été réalisée afin de vérifier l'efficacité du nouvel automate ainsi que l'importance du changement des composants obsolètes. Le nombre de pannes après le changement est d'environ 90 minutes par mois. Il a donc diminué de 120 minutes par rapport à la CPU initiale, ce qui permet donc un gain de 4 000 euros par mois. En analysant la figure 11 qui reprend les pertes avant et après le changement ainsi que le coût du changement de l'automate, on peut affirmer que ce changement est rentable à partir du vingtième jour. Ce graphique ne tient cependant pas compte de la main d'œuvre pour ce changement ni de l'arrêt de production durant la migration de l'automate.

## 4. Conclusion

L'obsolescence des composants est un réel problème pour les entreprises au niveau de la production. Elle doit être anticipée soit par l'annonce des fournisseurs de l'arrêt de production du composant, soit par la détérioration et donc une augmentation du nombre de pannes.

Lors du changement de composants électroniques, une étude minutieuse au préalable est nécessaire afin de réduire le temps de modification si un problème survient, ce qui engendrerait un coût. Une fois les paramètres vérifiés, le changement peut s'effectuer. Il est également nécessaire de préparer minutieusement une modification sur une machine comme un mode opératoire à suivre, ainsi qu'un retour en arrière en cas de problèmes.

Enfin, une fois les composants changés fonctionnels, il est primordial de garder des composants identiques en stock pour permettre le changement rapide en cas de dysfonctionnement du composant.

## 5. Sources

- [1] Industrie & Technologies (consulté le 8 janvier 2020), *Automates programmables : les clés d'une migration réussie*  
Adresse URL : <https://www.industrie-techno.com/article/automates-programmables-les-cles-d-une-migration-reussie.20931>
  
- [2] Siemens, *Simatic Automate programmable S7-300 Caractéristiques des CPU, CPU 312 IFM-318-2 DP*  
Simatic, 2001, pp 1/43-1/58.

- [3] Siemens, *Contrôleurs SIMATIC, La solution innovante pour toutes les tâches d'automatisation*  
Simatic, 2013, pp. 1-10.
- [4] Automation & Sense (consulté le 13 mars 2019), *Automate Siemens prix*  
Adresse URL : <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/automate-siemens-prix.html>
- [5] Siemens (consulté le 20 février 2019), *S7-300 CPUs*  
Adresse URL : [https://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/advanced-controller/s7-300/cpu/Documents/brochure\\_simatic-controller\\_en-40.pdf](https://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/advanced-controller/s7-300/cpu/Documents/brochure_simatic-controller_en-40.pdf)
- [6] Siemens, *Fiche technique 6ES7314-6EH04-0AB0*  
Simatic, 2019, pp. 1-20.
- [7] Aotewell Automation (consulté le 6 mars 2019), *Siemens Siplus IM 365 Siplus S7-300 IM 365*  
Adresse URL : <https://www.aotewell.com/categories/siemens-siplus-im-365-siplus-s7-300-im-365>
- [8] Siemens, *S7-300 CPU 31xC et CPU 31x : Caractéristiques techniques*  
Simatic, 2011, pp. 5-44.
- [9] Siemens, *S7-300 – Industrial Ethernet / PROFINET CP 343-1 Lean*  
Simatic, 2018, pp. 23-25.
- [10] Siemens, *S7-300 CPU 31xC : Fonction technologiques*  
Simatic, 2011, pp. 181-221.
- [11] Siemens, *S7-300 Programmable Controller Integrated Functions CPU 312 IFM/314 IFM*  
Simatic, 1996, pp. 5/13-5/15.