

# VARIASTEL-V2

## ETUDE DE LA VARIATION DE VITESSE AVEC CHARGE PILOTEE



# DOSSIER TECHNIQUE

<b>1.</b>	<b>Avertissements</b>	
1.1	Conformité aux normes CE	p.7
1.2	Précautions d'emploi	
1.2.1	Précautions avant utilisation	p.8
1.2.2	Précautions pendant l'utilisation	p.8
1.3	Entretien du banc	p.8
<b>2.</b>	<b>Généralités</b>	
2.1	Intérêts de la variation de vitesse des moteurs asynchrones	p.11
2.2	Principales fonctions des variateurs électroniques	
2.2.1	Accélération contrôlée	p.12
2.2.2	Variation de vitesse	p.12
2.2.3	Régulation de vitesse	p.12
2.2.4	Décélération contrôlée	p.13
2.2.5	Inversion du sens de marche	p.13
2.2.6	Freinage d'arrêt	p.13
2.2.7	Protections intégrées	p.13
2.3	Applications de la variation de vitesse des moteurs asynchrones	p.14
2.4	Besoin pédagogique	p.15
<b>3.</b>	<b>Présentation de l'équipement</b>	
3.1.	Repérage des constituants du banc d'essais	p.19
3.2.	Synoptique des modes de fonctionnement du banc d'essais	p.20
3.3.	Principe d'application de la charge sur le moteur	p.21
3.4.	Le frein à poudre	
3.4.1	Principe de fonctionnement du frein à poudre	p.22
3.4.2	Caractéristiques du frein à poudre	p.23
3.4.3	La commande en courant du frein à poudre	p.24
3.4.4	Schéma de commande du frein à poudre	p.26
3.5	L'interface bornier de contrôle du variateur ATV 320	
3.5.1	Tableau des Entrées/Sorties utilisées	p.27
3.5.2	Accès au bornier de contrôle du variateur	p.28
3.5.3	Repérage des fonctions du bornier de contrôle	
3.5.3.1	Sorties TOR : Les relais programmables	p.29
3.5.3.2	Entrées logiques TOR	p.29
3.5.3.3	La consigne vitesse	p.30
3.5.4	Schéma de puissance du variateur	p.31
3.6	Le pupitre opérateur	
3.6.1	Fonctions du pupitre opérateur	p.32
3.6.2	Sous-ensemble « Mise en service »	p.33
3.6.3	Sous-ensemble « Commande variateur »	p.33
3.6.4	Sous-ensemble « Signalisation »	p.34

**4.****Mise en service**

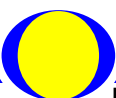
4.1 Vérifications préliminaires	p.37
4.2 Procédure de mise en service	p.38
4.3 Câblage du bornier de contrôle du variateur	
4.3.1 Câblage de la consigne vitesse et du sens de rotation	p.39
4.3.2 Câblage des relais programmables	p.40
4.4 Paramétrage du variateur de vitesse	
4.4.1 Préréglage du variateur de vitesse	p.41
4.4.2 Fonctions de l'afficheur et des touches	p.42
4.4.3 Structure des menus	p.43

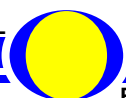
**5.****Les moteurs asynchrones triphasés**

5.1 Principe de fonctionnement	
5.1.1 Observation	p.47
5.1.2 Création du champ tournant	p.48
5.1.3 Cas du moteur asynchrone : notion de glissement	p.49
5.1.4 Vitesse de synchronisme	p.49
5.2 Constitution	
5.2.1 Le stator	p.50
5.2.2 Le rotor	p.50
5.3 Les différents types de rotor	
5.3.1 Le rotor à cage	p.51
5.3.2 Le rotor bobiné	p.53
5.4 Exploitation des moteurs asynchrones à cage	
5.4.1 Conséquence d'une variation de tension	p.54
5.4.2 Conséquences d'une variation de fréquence	p.54
5.4.3 Réglage de la vitesse des moteurs asynchrones triphasés	p.56

**6.****La variation de vitesse des moteurs asynchrones**

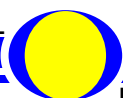
6.1 Les différents types de charges résistantes	p.61
6.2 Le convertisseur de fréquence pour moteur asynchrone	
6.2.1 Principe de fonctionnement	p.63
6.2.2 Constitution	p.63
6.2.3 La variation de vitesse	p.65
6.2.4 Fonctionnement en U/f	p.65
6.2.5 Inversion du sens de marche et freinage	p.66
6.2.6 Freinage par injection de courant continu	p.67
6.2.7 Les modes de fonctionnement possibles	p.67
6.2.8 Les possibilités de dialogue	p.68

**7.****Annexe : Documentations constructeurs**





## AVERTISSEMENTS





## 1.1 Conformité aux normes CE

Le banc d'essais VARIATEL-V2 a été conçu et fabriqué dans le respect des objectifs de la réglementation qui lui est applicable et particulièrement des prescriptions dictées par la norme EN 60204-1 (1998).  
Les équipements qui seront associés au banc d'essais doivent également respecter les objectifs de la réglementation qui leur est applicable.

Normes ou documents normatifs appliqués :

- **Directive « Machine » 98/37/CEE**
- **Directive "Basse Tension" : directive 73/23/CEE modifiée 93/68/CEE, applicable au 1/01/97.**
- **Directive Compatibilité Electromagnétique 89/336/CEE**

Matériel



## **1.2 Précautions d'emploi**

### **1.2.1 Précautions avant utilisation**

- Le banc d'essai doit être situé dans un lieu éclairé conformément aux impositions du code du travail
- Le banc doit être visible par la personne qui manipule les commandes des diverses alimentations et sous-ensembles.
- Le banc doit être placé sur un plan plat et régulier suffisamment robuste et suffisamment spacieux pour que les quatre pieds support y reposent de manière stable
- Avant tout déplacement du banc, il est demandé de vérifier que tous les éléments sont fixés par les vis d'origine et que le serrage est correct. Pendant le déplacement, le banc doit rester horizontal.
- Prendre connaissance de l'ensemble de la présente documentation avant toute mise en service et conserver soigneusement celle-ci.

### **1.2.2 Précautions pendant l'utilisation**

- Respecter scrupuleusement les avertissements et instructions figurant dans la présente documentation comme sur les appareils eux-même.
- De manière générale, les travaux pratiques devront se faire sous la responsabilité d'un enseignant, ou de toute personne habilitée et formée aux manipulations de matériels sous tension.
- L'usage du banc à d'autre fins que celle prévues dans le présent document ou dans le dossier pédagogique est rigoureusement interdit.
- Pour la mise en service du banc se conformer précisément aux instructions données au chapitre.

## **1.3 Entretien du banc**

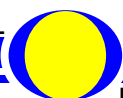
Le banc VARIASTEL-V2 ne nécessite aucun entretien particulier autre que le nettoyage régulier.

- Pour nettoyer le banc, il est impératif de le déconnecter au préalable du réseau électrique.
- Eviter toutes projections d'eau ou d'autres liquides. Dépoussiérer le banc si nécessaire.
- Ne pas utiliser d'éponge imbibée d'eau : utiliser un chiffon légèrement humide pour le pupitre ou un produit alcoolisé (nettoyant vitre, pas de produit chimiquement corrosif : attention à la peinture des coffrets et à la sérigraphie).





## GENERALITES





## **2.1 - Intérêts de la variation de vitesse des moteurs asynchrones**

Le démarrage en direct sur le réseau de distribution des moteurs asynchrones est la solution la plus répandue et est souvent convenable pour une grande variété de machines. Cependant, elle s'accompagne parfois de contraintes qui peuvent s'avérer gênantes pour certaines applications, voire même incompatible avec le fonctionnement souhaité au niveau de la machine

- appel de courant au démarrage pouvant perturber la marche d'autres appareils connectés sur le même réseau,
- à-coups mécaniques lors des démarrages, inacceptables pour la machine ou pour le confort et la sécurité des usagers,
- impossibilité de contrôler l'accélération et la décélération,
- impossibilité de faire varier la vitesse.

Initialement utilisée pour réaliser des économies d'énergie (diminution des pertes propres, élimination des dispositifs de dissipation d'énergie,...), la variation de vitesse des moteurs asynchrones triphasés par des convertisseurs statiques supprime les inconvénients énoncés ci-dessus au niveau de la machine et de la charge par ses caractéristiques de fonctionnement suivantes :

### **Au niveau du moteur :**

- Suppression des surintensités de démarrage,
- Faciliter le démarrage des charges à forte inertie,
- Obtention d'un couple de démarrage supérieur au couple minimal sans avoir à sur-dimensionner le moteur uniquement pour les phases de démarrage,
- Allongement de la durée de vie du moteur par élimination des démarrages brutaux, diminution de la vitesse de fonctionnement, pertes plus faibles à couple et/ou vitesse réduits,
- Diminution du bruit acoustique.

### **Au niveau de la charge :**

- Meilleure adaptation de la vitesse au travail à effectuer (exemple : vitesse de coupe)
- Modification rapide de la vitesse et/ou du couple en fonction de la conduite du process
- Suppression des à-coups de couple au démarrage ou en cas de défaut momentané du réseau

## 2.2 - Principales fonctions des variateurs de vitesse électroniques

### 2.2.1 - Accélération contrôlée

La mise en vitesse du moteur est contrôlée au moyen d'une rampe d'accélération linéaire ou en «S». Cette rampe est généralement réglable et permet par conséquent de choisir le temps de mise en vitesse approprié à l'application.

### 2.2.2 - Variation de vitesse

Un variateur de vitesse peut ne pas être en même temps régulateur. Dans ce cas, c'est un système, rudimentaire, qui possède une commande élaborée à partir des grandeurs électriques du moteur avec amplification de puissance, mais sans boucle de retour : il est dit « en boucle ouverte ».

La vitesse du moteur est définie par une grandeur d'entrée (tension ou courant) appelée consigne ou référence. Pour une valeur donnée de la consigne, cette vitesse peut varier en fonction des perturbations (variations de la tension d'alimentation, de la charge, de la température).

La plage de vitesse s'exprime en fonction de la vitesse nominale.

### 2.2.3 - Régulation de vitesse

Un régulateur de vitesse est un variateur asservi.

Il possède un système de commande avec amplification de puissance et une boucle de retour : il est dit « en boucle fermée ».

La vitesse du moteur est définie par une consigne.

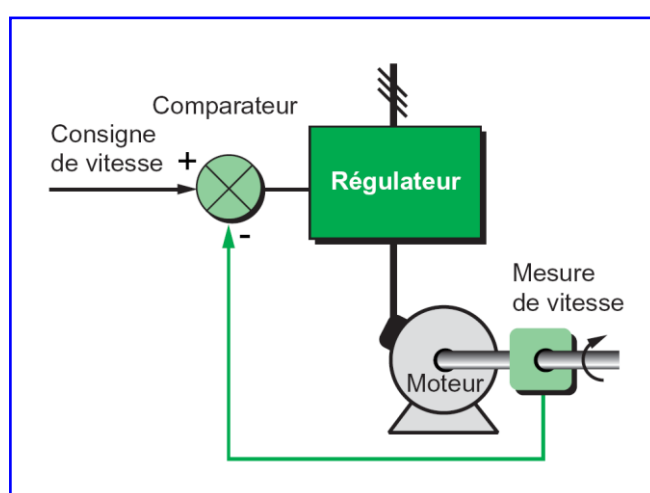
La valeur de la consigne est en permanence comparée à un signal de retour, image de la vitesse du moteur.

Ce signal est délivré par une génératrice tachymétrique ou un générateur d'impulsions monté en bout d'arbre du moteur.

Si un écart est détecté suite à une variation de la vitesse, les grandeurs appliquées au moteur (tension et / ou fréquence) sont automatiquement corrigées de façon à ramener la vitesse à sa valeur initiale.

Grâce à la régulation, la vitesse est pratiquement insensible aux perturbations.

La précision d'un régulateur est généralement exprimée en % de la valeur nominale de la grandeur à réguler.



Principe de la régulation de vitesse

### **2.2.4 - Décélération contrôlée**

Quand un moteur est mis hors tension, sa décélération est due uniquement au couple résistant de la machine (décélération naturelle).

Les démarreurs et variateurs électroniques permettent de contrôler la décélération au moyen d'une rampe linéaire ou en « S », généralement indépendante de la rampe d'accélération.

Cette rampe peut être réglée de manière à obtenir un temps de passage de la vitesse en régime établi à une vitesse intermédiaire ou nulle :

- Si la décélération désirée est plus rapide que la décélération naturelle, le moteur doit développer un couple résistant qui vient s'ajouter au couple résistant de la machine, on parle alors de freinage électrique qui peut s'effectuer soit par renvoi d'énergie au réseau d'alimentation, soit par dissipation dans une résistance de freinage.
- Si la décélération désirée est plus lente que la décélération naturelle, le moteur doit développer un couple moteur supérieur au couple résistant de la machine et continuer à entraîner la charge jusqu'à l'arrêt.

### **2.2.5 - Inversion du sens de marche**

La majorité des variateurs actuels permettent cette fonction en standard. L'inversion de l'ordre des phases d'alimentation du moteur est réalisée automatiquement soit par inversion de la consigne à l'entrée, soit par un ordre logique sur une borne, soit par une information transmise par une connexion réseau.

### **2.2.6 - Freinage d'arrêt**

Ce freinage consiste à arrêter un moteur sans pour autant contrôler la rampe de ralentissement.

Pour les démarreurs et variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones, ceci est réalisé de manière économique en injectant du courant continu dans le moteur avec un fonctionnement particulier de l'étage de puissance. Toute l'énergie mécanique est dissipée dans le rotor de la machine et, de ce fait, ce freinage ne peut être qu'intermittent.

Sur un variateur pour moteur à courant continu, cette fonction sera assurée en connectant une résistance aux bornes de l'induit.

### **2.2.7 – Protections intégrées**

Les variateurs modernes assurent en général la protection thermique des moteurs et leur propre protection. A partir de la mesure du courant et d'une information sur la vitesse (si la ventilation du moteur dépend de sa vitesse de rotation), un microprocesseur calcule l'élévation de température du moteur et fournit un signal d'alarme ou de déclenchement en cas d'échauffement excessif.

Les variateurs, et notamment les convertisseurs de fréquence, sont d'autre part fréquemment équipés de protections contre :

- les courts-circuits entre phases et entre phase et terre,
- les surtensions et les chutes de tension,
- les déséquilibres de phases,
- la marche en monophasé.

## **2.3 - Applications de la variation de vitesse des moteurs asynchrones**

Quelques exemples d'applications industrielles utilisant des moteurs asynchrones pilotés par des variateurs de vitesse de type convertisseur de fréquence en réponse à des besoins spécifiques et exploitant les principales fonctions de l'ATV sont présentés ci-dessous :

- ❑ **Manutention (petits convoyeurs, palans...) :**
  - +/- Vite.
  - Logique de frein.
  - Commutation moteur.
  - Gestion des fins de course.
  - Fréquence de découpage jusqu'à 16 kHz.
  - Limitation de courants.
  - Rampes linéaires, S,U ou personnalisées.
  - Double rampe.
  - Commutation de rampe.
  
- ❑ **Machines d'emballage et de conditionnement :**
  - Logique de frein.
  - Commande contacteur aval.
  - Bus DC accessible.
  
- ❑ **Pompe, compresseur, ventilateur :**
  - Régulateur et consigne PI, automatique/manuel.
  - Redémarrage automatique.
  - Modes d'arrêt sur défaut.
  - Limitation du temps de marche à petite vitesse.
  - Détection seuil courant, couple, état thermique variateur et moteur.
  
- ❑ **Machines textile :**
  - 16 vitesses présélectionnées.
  - Commande entrée référence bipolaire +/-10V.
  - Trancanage
  - Régulateur PI.
  
- ❑ **Machines spécialisées (mélangeur, malaxeur, ...) :**
  - Limitation de courants.
  - Reprise à la volée.
  - Arrêt contrôlé sur coupure réseau.
  - Marche dégradée.

## 2.4 - Besoin pédagogique

L'étude du comportement d'un ensemble moto-variateur nécessite de pouvoir vérifier expérimentalement le fonctionnement de l'ensemble et de chacun de ses deux composants par une acquisition des grandeurs électriques et mécaniques durant les différentes phases de marche et les différents contextes d'utilisation.

Les contextes d'utilisation d'un ensemble moto-variateur sont quasiment uniquement industriels liés à l'entraînement de machines lourdes, coûteuses, souvent dangereuses pour un opérateur non formé à leur utilisation et peuvent difficilement être extraites de leur environnement d'origine industriel.

Les nouvelles directives pédagogiques impliquent de ne pas présenter le système didactique mais le système réel en priorité et faire remarquer la similitude de comportement du support didactique par rapport à la réalité contextualisée.

L'utilisation de l'ensemble moto-variateur – frein à poudre de la platine VARIATEL-V2 d'une puissance égale à un standard industriel (0,37kW) et associé à un contrôle simple de la charge générant un couple résistant indépendant de la vitesse de rotation permet de simuler très facilement différentes charges de type industriel.

Les résultats d'exploitation présentent une bonne homothétie sur la structure par la mise en œuvre de constituants industriels courants (moteur asynchrone + variateur de type convertisseur de fréquence) mais également une homothétie dimensionnelle par le choix des cas de figures réels traités utilisant des puissances proches de celle mise en œuvre sur le banc d'essai.

Sur le plan comportemental, les caractéristiques du frein à poudre électromagnétique apportent une similitude avec le réel de la grandeur physique en fonction du temps.

Le logiciel MAP-PC associé à un convertisseur ModBus /USB permet de se rapprocher d'avantage d'une situation réelle grâce des lois de commande programmées et paramétrables pour piloter le frein et générer une charge réaliste.

Le choix d'une loi de commande de la charge ouvre une fenêtre qui comprend une contextualisation et une mise en situation autour d'un scénario issu d'une application industrielle permettant de générer un comportement réaliste du moto-variateur et ainsi de faciliter la compréhension et l'interprétation des résultats des différentes expérimentations.

Les lois de commande de la charge sont les suivantes :

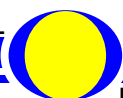
- **Couple impulsif** : Réglage des valeurs mini, maxi du couple et de la période.
- **Couple constant  $C=cste$**  : Réglage de la constante de couple. Ex : Convoyeur, levage...
- **Couple proportionnel à la vitesse  $C=An + B$**  : Réglage du couple mini B et du coefficient A. Ex : Pompe doseuse...
- **Couple proportionnel au carré de la vitesse  $C=An^2+B$**  : Réglage du couple mini B et du coefficient A. Ex : Ventilateur, pompe centrifuge...
- **Couple inversement proportionnel au carré de la vitesse  $C=An^{-1} + B$**  (puissance constante) : Réglage du couple mini B et du coefficient A. Ex : Enrouleur, dérouleur.





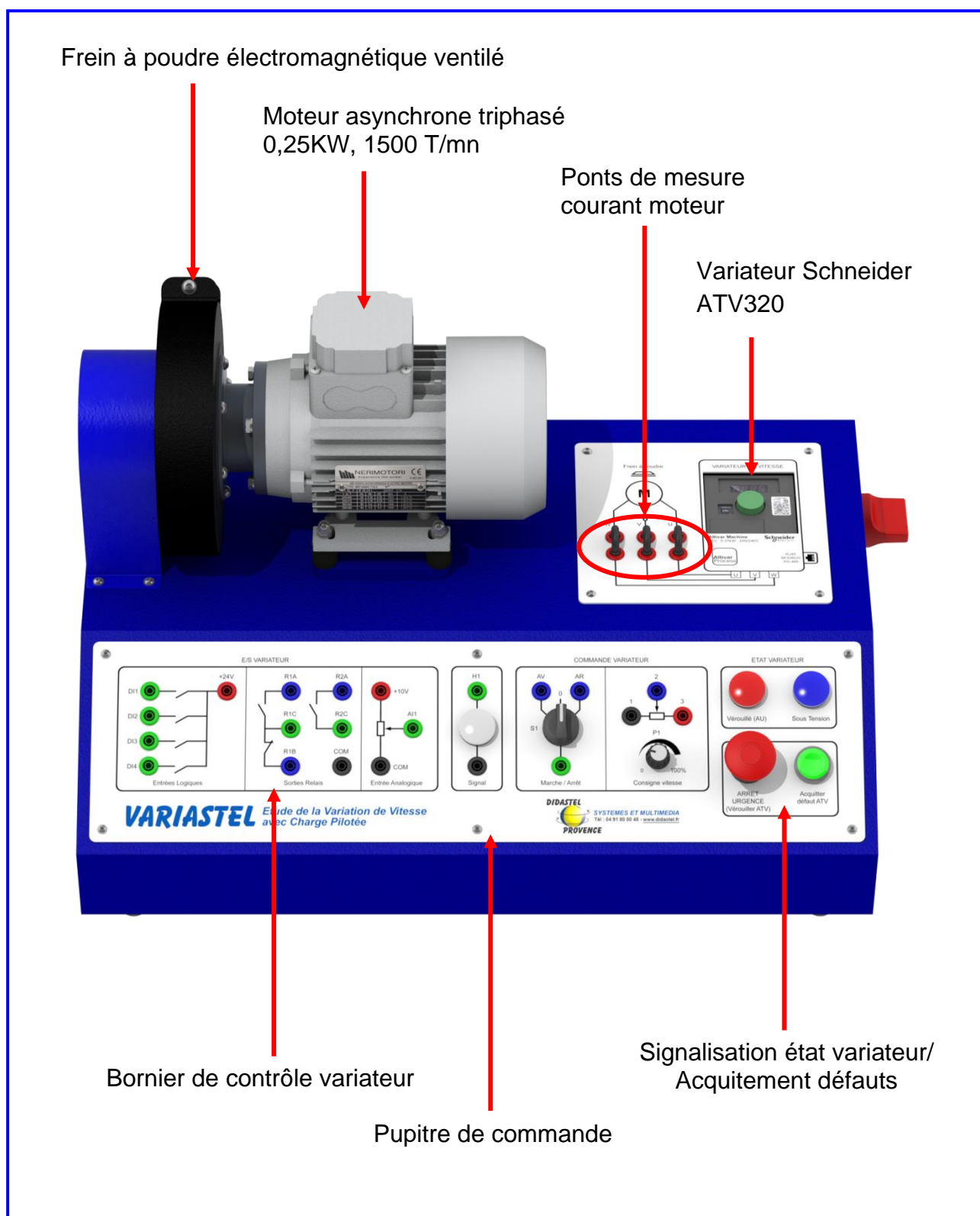


## PRESENTATION DE L'EQUIPEMENT





### 3.1. Repérage des constituants du banc d'essais

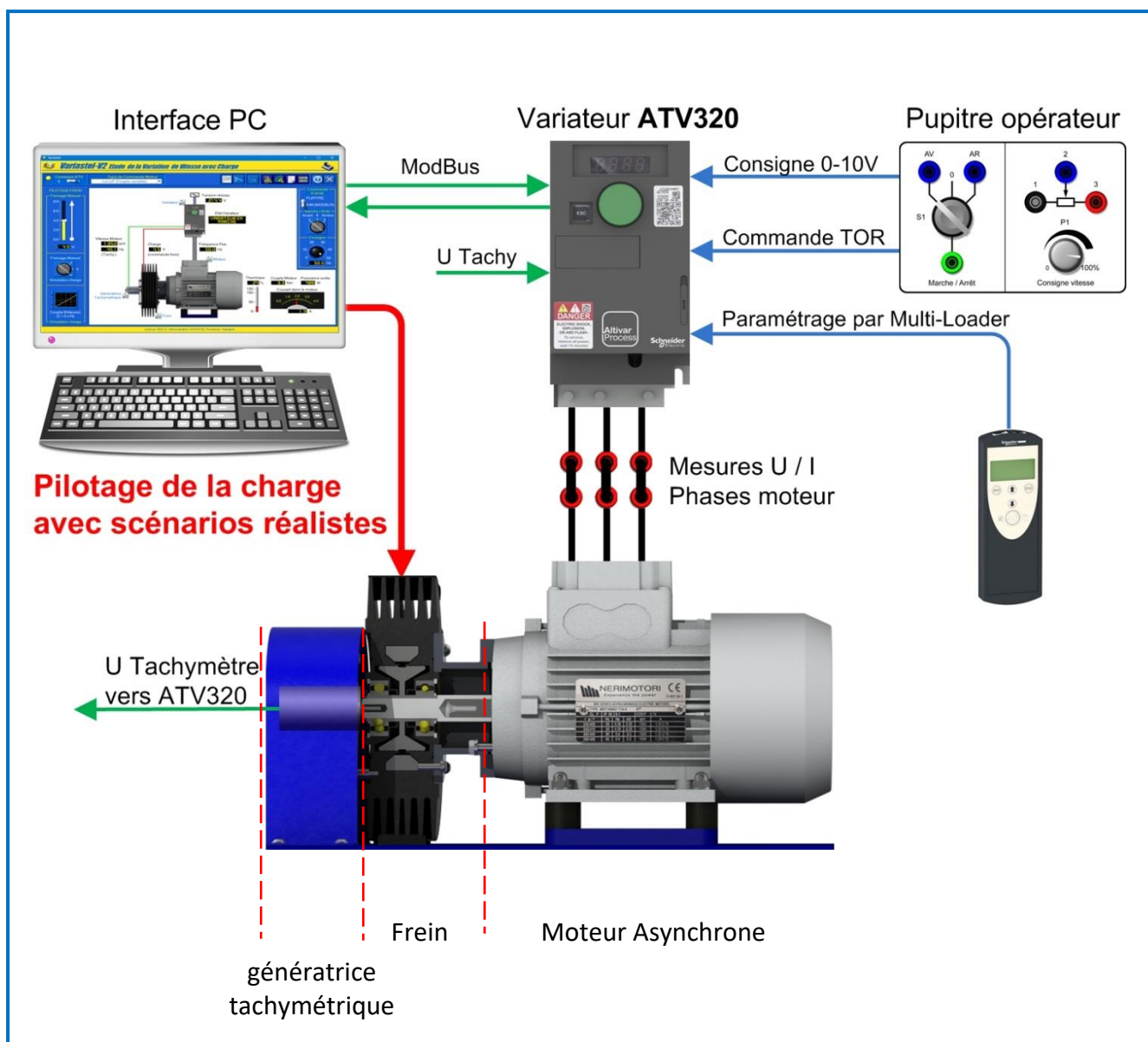


### 3.2. Synoptique des modes de fonctionnement du banc d'essais

Le banc d'essais Variastel-V2 est un système autonome permettant le paramétrage du variateur via le terminal de dialogue du variateur, et la commande du moteur à partir du pupitre opérateur câblé aux entrées / sorties du variateur disponibles sur l'interface bornier variateur en face avant.

La commande du frein pour appliquer une charge sur le moteur est réalisée à partir de l'IHM.

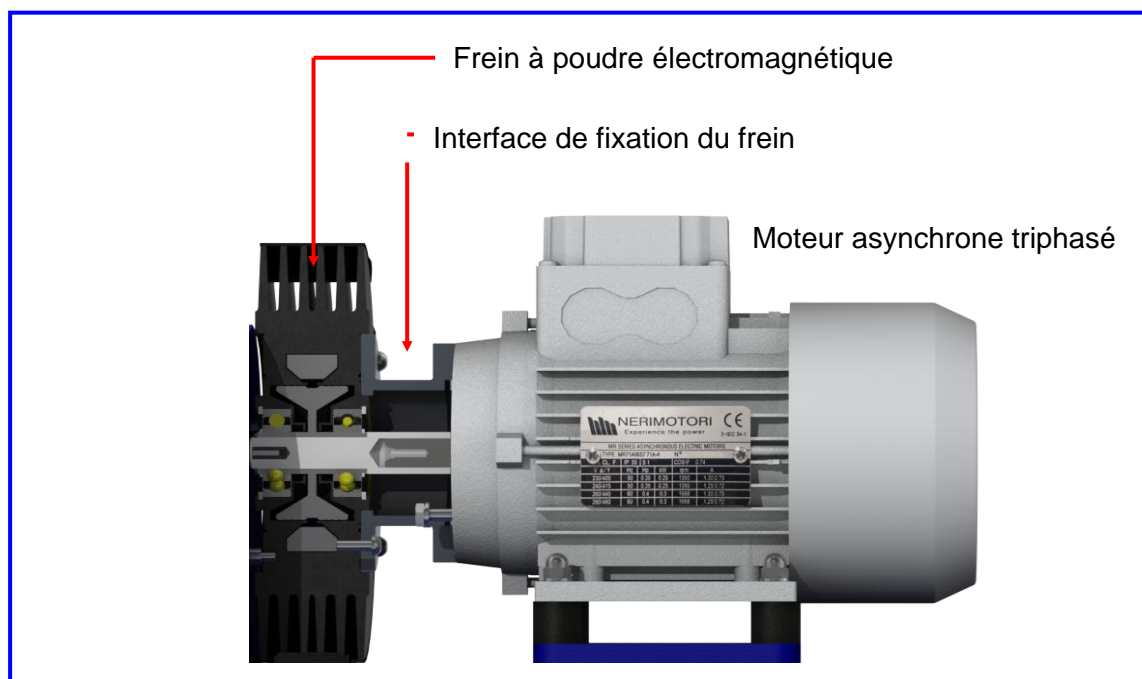
Toutefois des modes de commande et de dialogue externes sont possibles via le Multi-Loader et le logiciel SoMove de Schneider.



Synoptique des modes de commande du banc d'essais

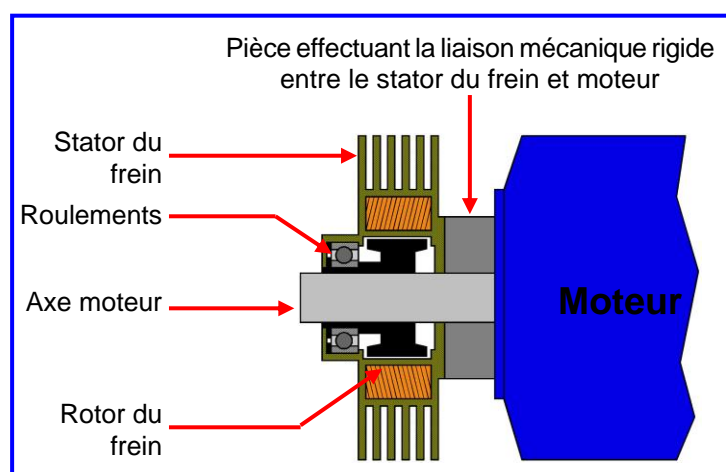
### 3.3. Principe d'application de la charge sur le moteur

La charge appliquée sur le moteur est obtenue avec un frein à poudre électromagnétique ventilé fixé sur le moteur dont le rotor est solidaire de l'axe moteur, et qui génère un couple résistant indépendant de la vitesse de rotation du moteur, commandé par une tension de consigne comprise entre 0 et 10V.



Montage du frein à poudre sur le moteur

Le Stator du frein à poudre doit être fixé de manière rigide, dans notre cas celui-ci est fixé sur la carcasse du moteur par le biais d'une pièce interface mécanique. Le rotor du frein est solidaire du rotor du moteur qui subit l'action du freinage lorsqu'on applique une commande de charge.



Fixation du frein sur le moteur



Le frein FRAT 120

### 3.4. Le frein à poudre

#### 3.4.1. Principe du fonctionnement du frein à poudre

Le frein à poudre est constitué d'un stator A et d'un rotor B concentriques :

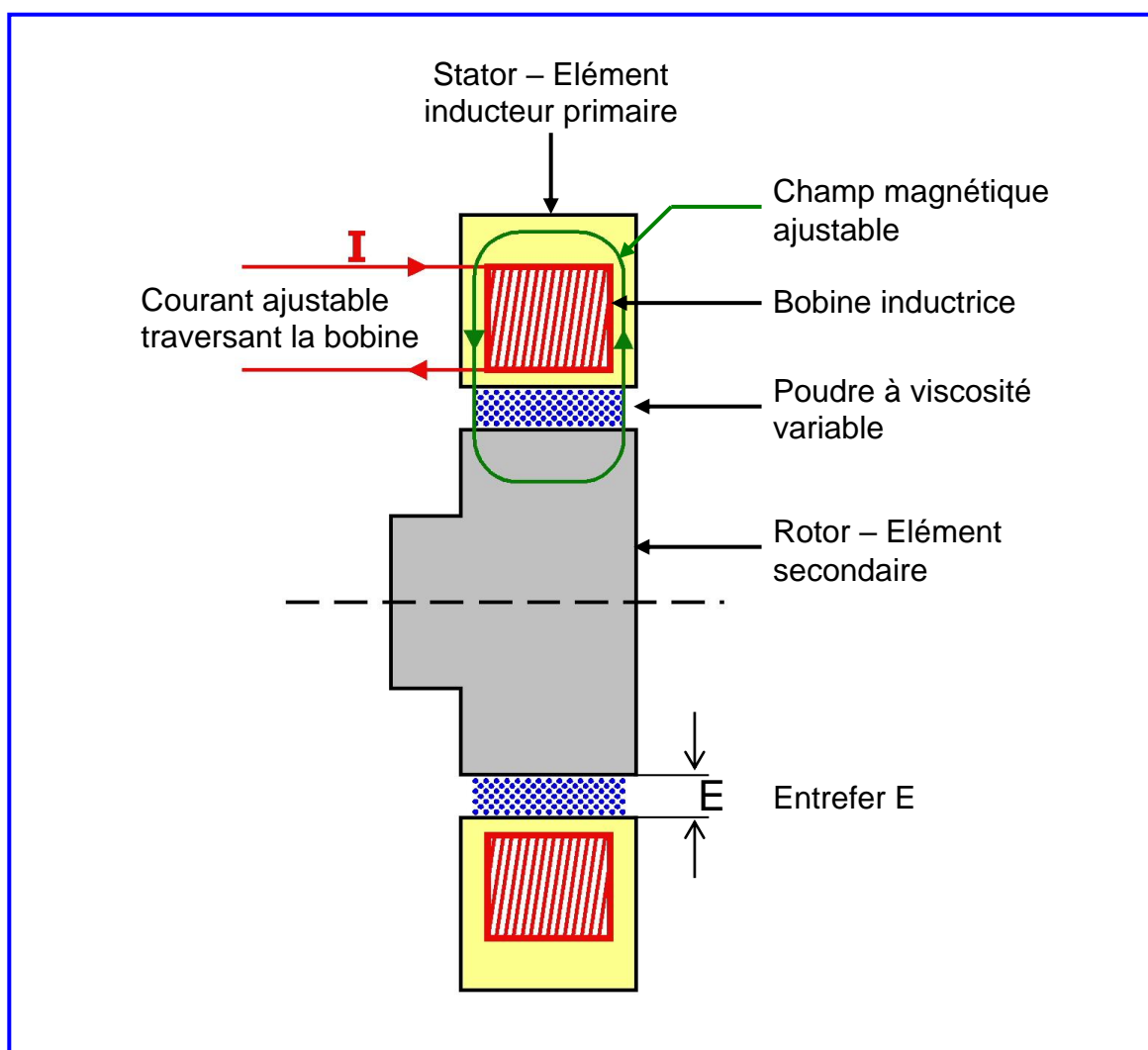
Le stator A est le primaire (inducteur) et contient la bobine électromagnétique.

Le stator B est le secondaire, il est entraîné par le moteur en essai

Lorsque l'on fait circuler un courant continu dans la bobine, un champ magnétique  $M$  proportionnel à ce courant est créé.

Ce champ traverse l'entrefer  $E$  garni de poudre aux propriétés magnétiques et mécaniques particulières.

Sous l'effet du champ, les grains de poudre forment des chaînes orientées entre les éléments A et B. La rigidité de ces chaînes varie avec le champ magnétique et est directement proportionnelle à l'intensité du courant traversant la bobine. Ce sont ces chaînes, plus ou moins rigides, qui engendrent le couple résistant.



Principe de fonctionnement du frein à poudre

### 3.4.2. Caractéristiques du frein à poudre

Les deux avantages principaux de l'utilisation du frein à poudre dans notre application sont les suivantes :

- Couple directement proportionnel au courant d'excitation de la bobine
- Couple indépendant de la vitesse de rotation du moteur

Pour le premier point, il faut préciser que la courbe de couple n'est pas complètement linéaire avec l'évolution de la valeur du courant. La carte de commande choisie pour le pilotage du frein permet l'injection d'un courant maximum de 10A pour une consigne de 10V.

Nos essais nous ont amenés à abaisser cette valeur de courant à **2A** pour **10v** (pleine échelle de tension), le couple résistant appliqué sur le moteur étant surdimensionné par rapport au couple nominal du moteur.

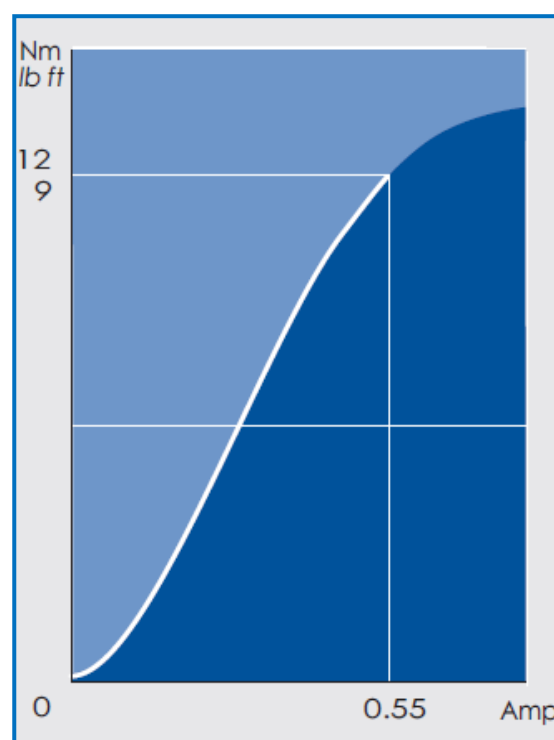
La carte de commande permet de définir le courant d'excitation maximum pour la tension de consigne maximum.

Le réglage défini après essais est de 2A pour 10V de consigne, ce qui représente un couple résistant proche de 5 Nm, largement supérieur au couple nominal du moteur et qui provoque le blocage de ce dernier.

Le blocage du moteur se situera autour d'une consigne de 5 à 8V.

En effet, celui-ci demande 1 ou 2 minutes d'échauffement qui permettent d'obtenir les meilleures caractéristiques du frein.

Ce temps d'échauffement permet également la pré-excitation de la bobine qui aura pour effet un temps de provoquer un temps de réponse réduit.



Courbe de couple par rapport au courant

Il faut noter que le constructeur ne garantit pas les caractéristiques du frein pour une utilisation sur un moteur dont la vitesse de rotation de l'axe est inférieure à 60 Tr/mn.

**Tableau des caractéristiques du frein**

Technical Features	Données techniques				
Rated torque	Couple nominal	Nm	<b>12</b>	lb.ft	<b>9</b>
Rated current	Courant nominal	A	<b>0.55</b>	Amp	<b>0.55</b>
Residual torque	Couple résiduel	Nm	<b>0.27</b>	lb.ft	<b>0.20</b>
Residual torque RR (1)	Couple résiduel RR (1)	Nm	<b>0.56</b>	lb.ft	<b>0.40</b>
Coil resistance (2)	Impédance de la bobine (2)	$\Omega$	<b>23</b>		
Rotor inertia	Inertie du rotor	kg.m <sup>2</sup>	<b>0.25.10<sup>-3</sup></b>		
Min rotation speed (3)	Vitesse de rotation min (3)	mn <sup>-1</sup> rpm	<b>40</b>		
Max rotation speed (3)	Vitesse de rotation max (3)	mn <sup>-1</sup> rpm	<b>3000</b>		
Rated Outside body Temp. (4)	Temp. ext. nominale du corps (4)	°C	<b>100</b>		
Ultimate Outside body Temp.	Limite max. de Temp. ext. du corps	°C	<b>120</b>		

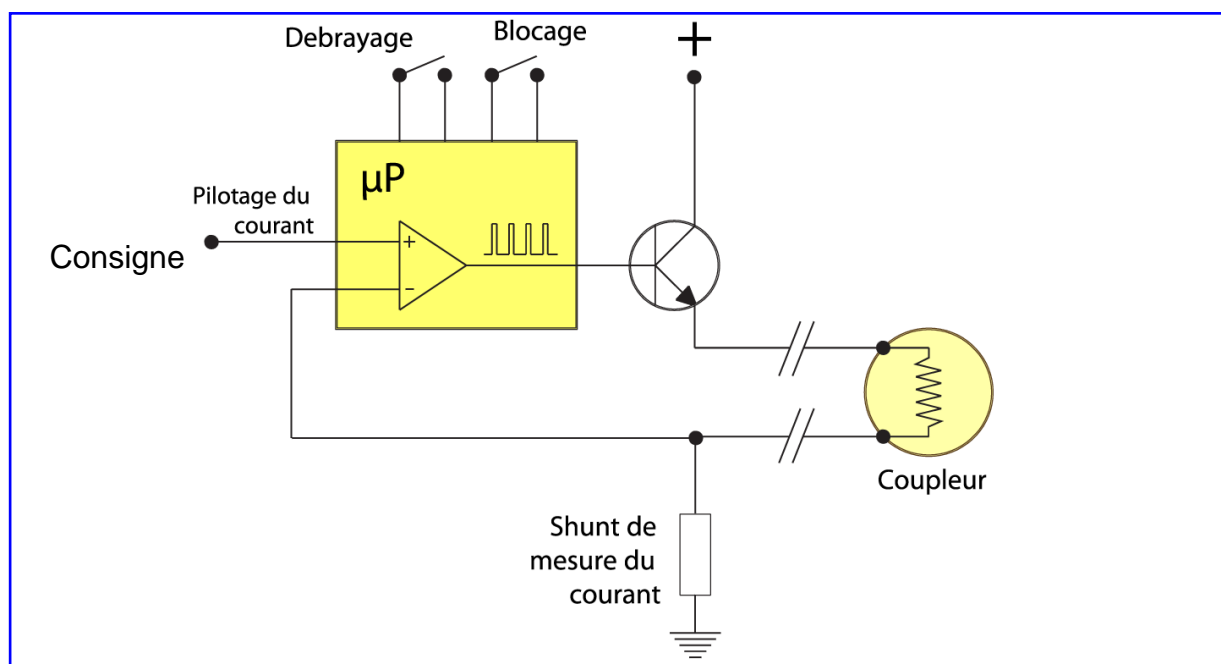
**3.4.3. La commande en courant du frein à poudre**

Le courant d'excitation injecté dans la bobine du coupleur est proportionnel à la tension de consigne et régulé par un shunt de régulation du courant.

La carte de commande possède également un mode débrayage (Free) qui est utilisé dans notre cas par le câblage sur l'entrée d'un vigitherme de type bilame coupant l'alimentation du frein si la température excède 100°C.

Le mode blocage (Stop) n'est pas utilisé dans notre cas.

Schéma de principe de la carte de commande du frein :

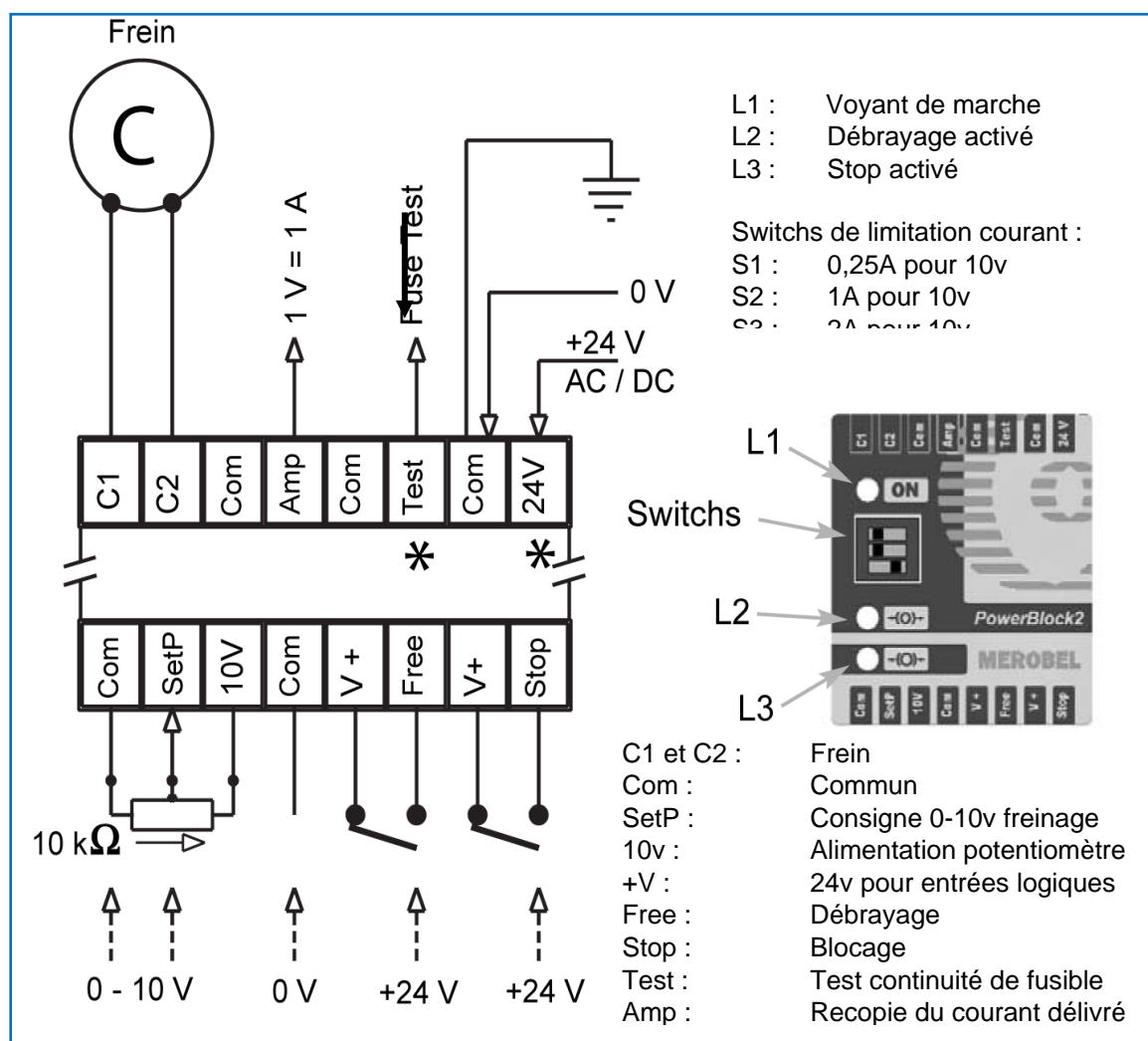




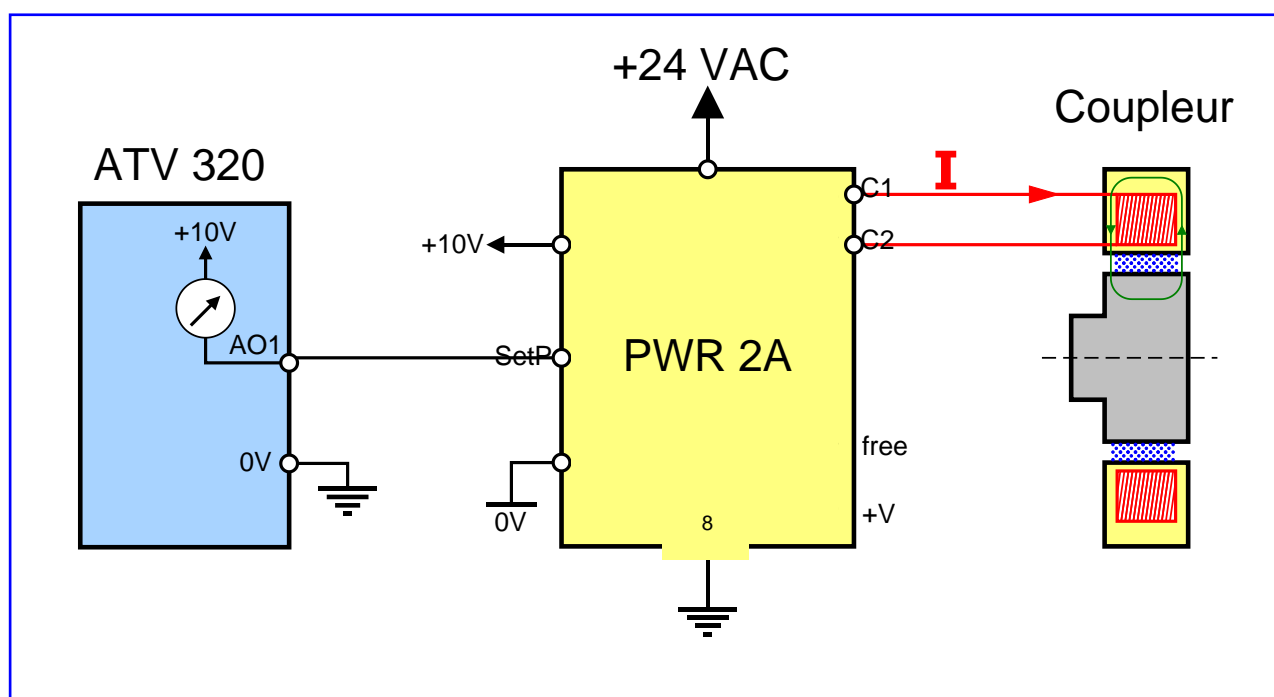
### Caractéristique de la carte

Input voltage	[V]	24 to 35V DC	24 to 30V DC	24 to 35V DC
Max output current	[A]	2	4	400 mAmp
Output load (resistance)	[ohm]	5 to 60	1 to 10	20 to 400
Max power consumption	[VA]	70	120	20
Remote voltage control	[V]	0 to 10 DC	0 to 10 DC	0 to 10 DC
Ambient temperature	[°C]	+10 .... +40	+10 .... +40	+10 .... +40
Weight	g	170	170	170
Product reference	#	ME134723-00	ME134826-00	ME134829-00

### Raccordements du bornier de la carte



### 3.4.4. Schéma de commande du frein



La commande du frein est réalisée en mode à partir de la sortie analogique AO1 de l'ATV 320, délivrant une tension analogique variable entre 0 et 10V.

### 3.5. L'interface bornier de contrôle du variateur ATV320

#### 3.5.1. Tableau des Entrées/ Sorties utilisées

Borne	Fonction	Repère Face AV
Sorties TOR : Relais programmables		
R1A	Contact NO du relais programmable R1	R1A
R1B	Contact NC du relais programmable R1	R1B
R1C	Point commun du relais programmable R1	R1C
R2A	Pôles 13 – 14 du contact à fermeture du relais programmable R2	R2A
R2C		R2C
Entrées logiques TOR		
+24V	Alimentation des entrées logiques	+24V
DI1	Entrées logiques programmables : <ul style="list-style-type: none"><li>Alimentation +24V (maxi 30V)</li><li>Impédance 3,5 kOhms</li><li>Etat 0&lt;5V 1&gt;11V</li><li>Temps d'échantillonnage 4ms</li></ul>	DI1
DI2		DI2
DI3		DI3
DI4		DI4
Entrées / Sorties analogiques		
+10V	Alimentation pour potentiomètre de consigne	+10V
AI1	Entrée analogique en tension (de 0 à 10V)	AI1
COM	0V commun pour AI1 (potentiomètre de consigne)	COM
COM	Commun des Entrées / Sorties analogiques	COM

### 3.5.2. Accès au bornier de contrôle du variateur

#### Principe de câblage :

Le câblage des bornes de contrôle du variateur est réalisé sur des douilles 4mm de sécurité repérées regroupées dans le sous-ensemble fonctionnel « BORNIER VARIATEUR » de la face avant. La symbolisation constructeur des différents contacts des bornes a été respectée

Des couleurs permettent de différencier les différents types de contacts :  
Le Bornier

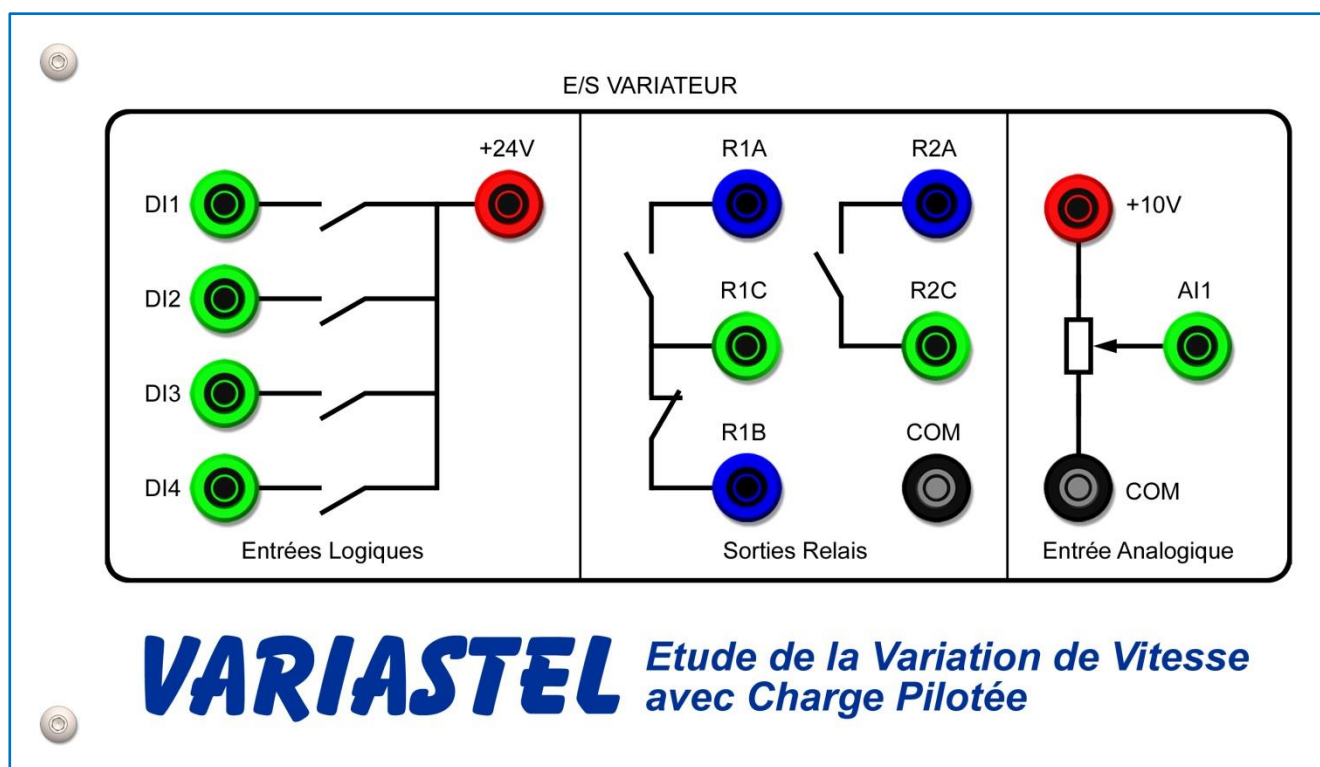
**Rouge :** Pôle + des alimentations continues +24V et +10V

**Noir :** Masse analogique (0V commun)

Du point de vue du variateur :

**Vert :** Entrée

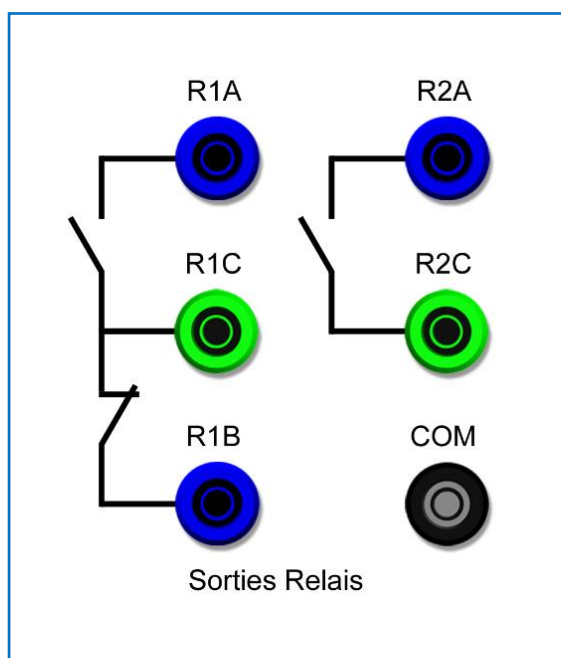
**Bleu :** Sortie



Bornier de contrôle du variateur en face avant

### 3.5.3. Repérage des fonctions du bornier de contrôle

#### 3.5.3.1. Sorties TOR : Les relais programmables



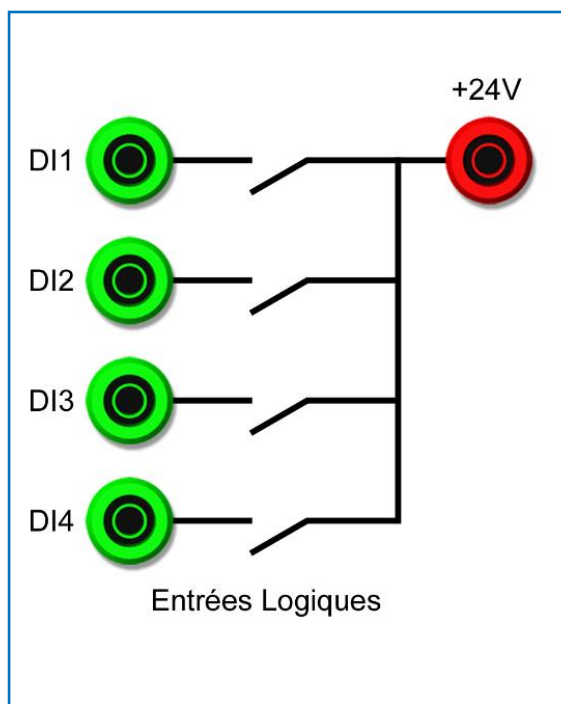
2 relais programmables R1 et R2 sont disponibles :  
R1 à deux contacts : NO sur R1A, NC sur R1B, le point commun est R1C.

R2 à un contact NO sur R2A, point commun sur R2C.  
Les niveaux de sortie des relais dépendent de la fonction programmée pour chaque relais et de l'état du variateur.

Fonctions des relais :

- Variateur en défaut
- Variateur en marche
- Seuil de fréquence atteint
- Grande vitesse HSP atteinte
- Seuil de courant atteint
- Consigne de fréquence atteinte
- Seuil thermique du moteur atteint
- Logique de frein

#### 3.5.3.2. Entrées logiques TOR



Les entrées logiques LI1 à LI6 sont actives au niveau haut. Pour activer une entrée, il faut brancher un contact entre les bornes +24V et Li(x) et le fermer.

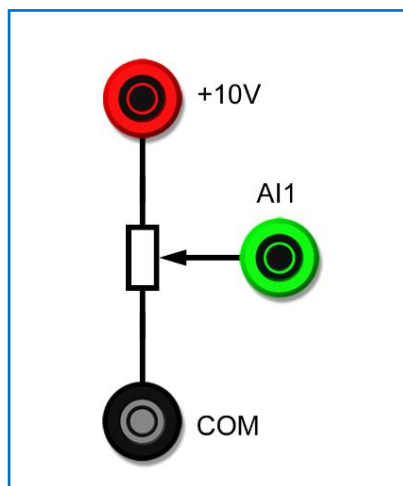
Le réglage par défaut des quatre premières entrées est le suivant :

LI1 : Marche avant  
LI2 : Marche arrière

Les autres affectations possibles pour LI1 à LI6 sont les suivantes :

- Plus vite
- Moins vite
- Marche pas à pas
- Arrêt rapide
- Injection de courant continu
- Arrêt roue-libre
- Défaut externe
- Limitation sens avant (fin de course)
- ... (voir documentation Schneider)

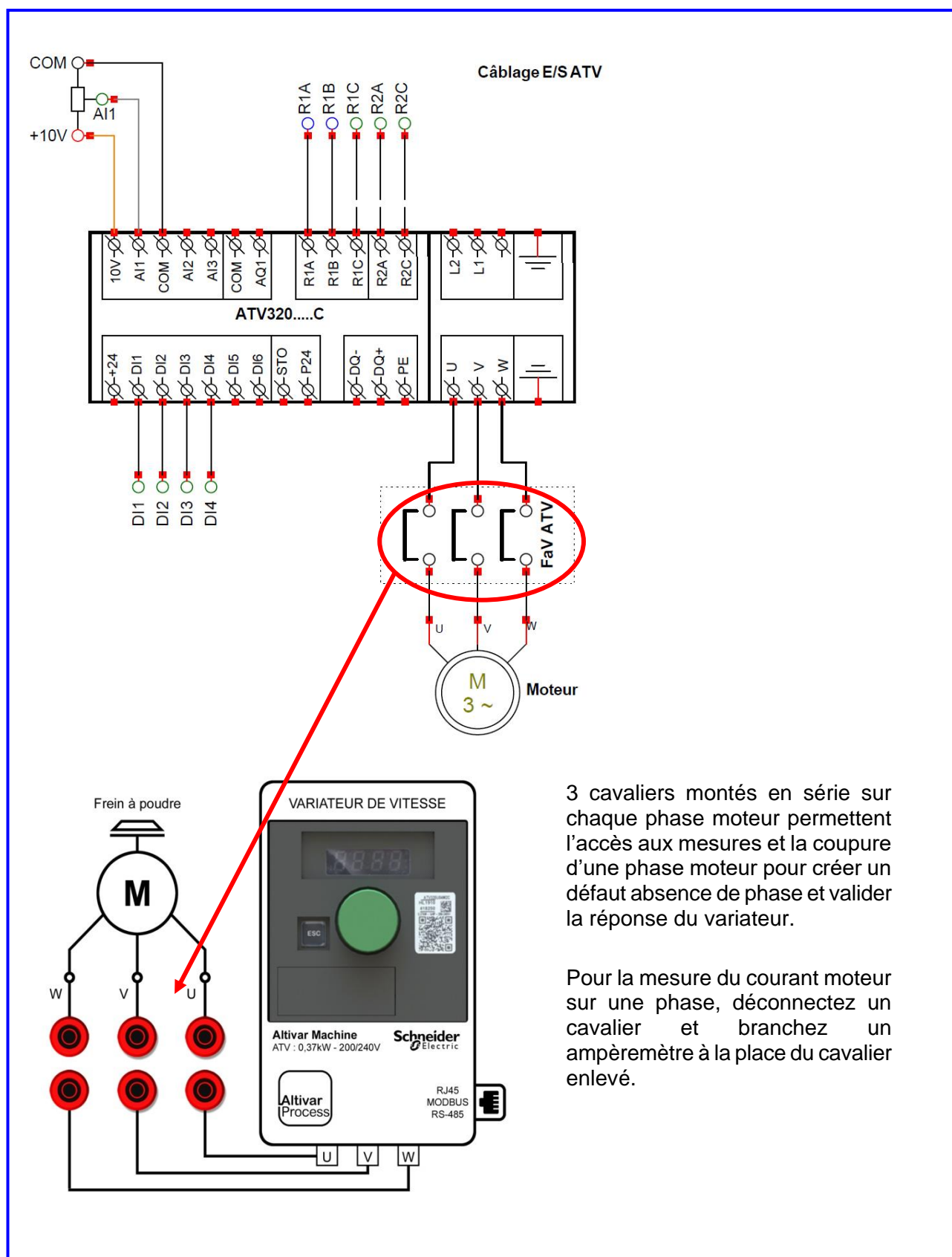
### 3.5.3.3. La consigne vitesse



La consigne vitesse est affectée à l'entrée analogique AI1 par défaut. Il s'agit d'une tension variable entre 0 et 10V. Pour câbler la consigne manuelle, utilisez le potentiomètre disponible sur le pupitre opérateur :

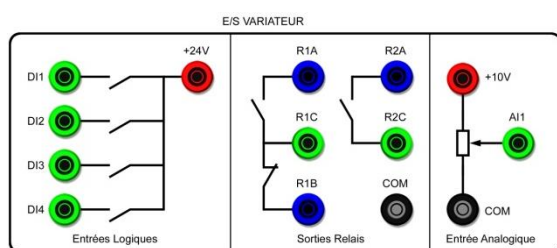
Une source variable externe peut être utilisée à condition de relier les 0V et de ne pas dépasser 10V sur AI1.

### 3.5.4. Schéma de puissance du variateur

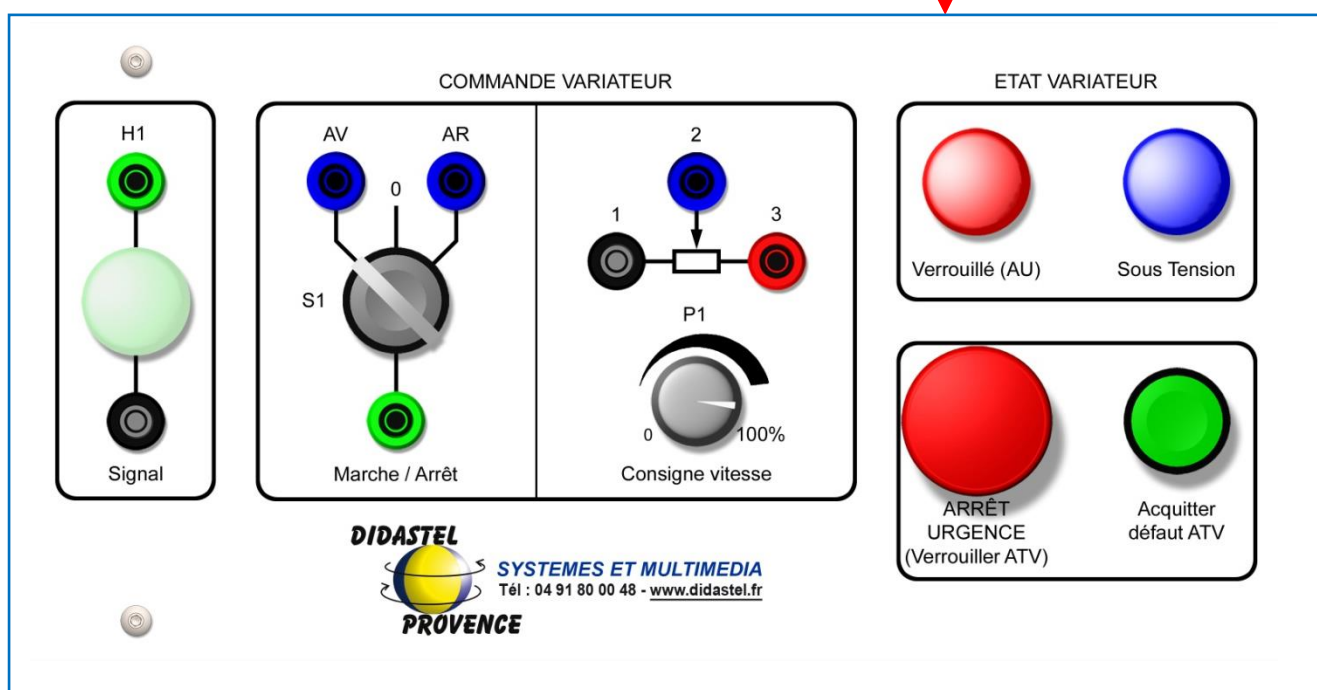
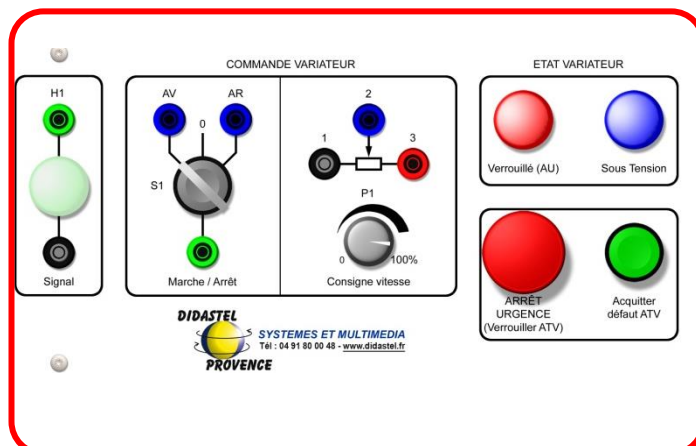


### 3.6. Le pupitre opérateur

#### 3.6.1. Fonctions du pupitre opérateur



**VARIASTEL** Etude de la Variation de Vitesse avec Charge Pilotée

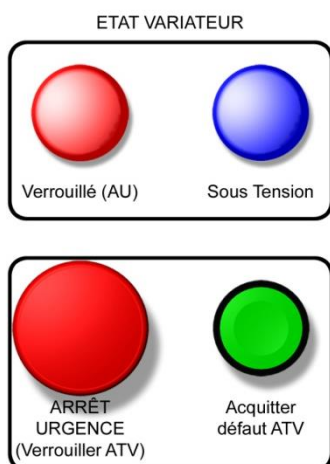


Fonctions du pupitre opérateur :

- Mise en service
- Ordres au variateur
- Consigne au variateur
- Signalisation
- Arrêt d'urgence



### 3.6.2. Sous-ensemble « Mise en service »



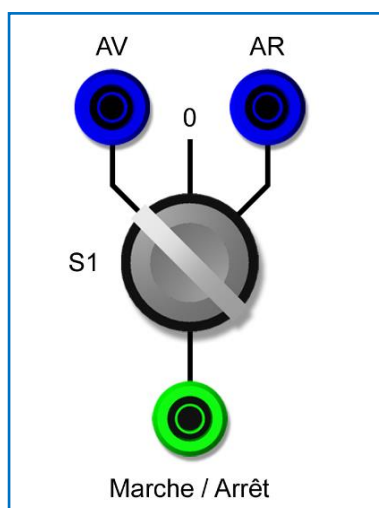
Une fois la platine VARIASTEL-V2 raccordée au réseau 230V, le voyant "Sous Tension" s'allume.

Si le voyant "Verrouillé (AU)" est allumé, cela signifie que le bouton "coup de poing" "ARRÊT D'URGENCE" est enclenché. Dans cette configuration, le variateur ATV est en mode "Verrouillé".

Il faut déverrouiller le bouton par "pousser-tourner".

Le bouton-poussoir à impulsion « Acquitter défaut ATV » permet l'acquittement d'un défaut au niveau du variateur.

### 3.6.3. Sous-ensemble « commande variateur »



Le commutateur « Marche / Arrêt » permet la commande TOR du variateur pour piloter le sens de rotation du moteur.

En position 0, une commande d'arrêt est envoyée.

Les pôles du commutateur sont à raccorder sur les entrées DI1 et DI2 du variateur par défaut.

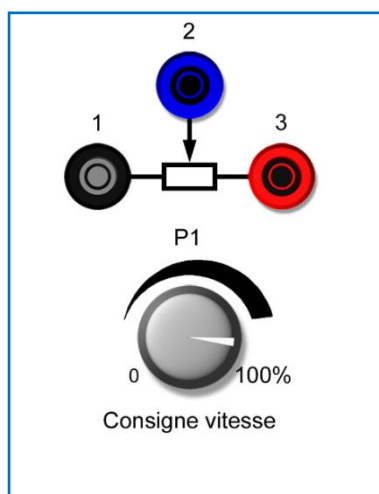
Le commun (borne verte) du commutateur doit être raccorder à la borne « +24V » du bornier variateur.

Pour éviter toute confusion de câblage, il faut respecter la convention de sens adoptée :

**Douille verte = Entrée**

**Douille bleue = Sortie**

Une douille verte doit donc être raccorder à une douille bleue et inversement.



La consigne vitesse envoyée au variateur est définie par défaut par l'entrée analogique AI1 qui est configurée pour une tension variable entre 0V et +10V.

On utilisera le potentiomètre P1 pour envoyer la consigne vitesse.

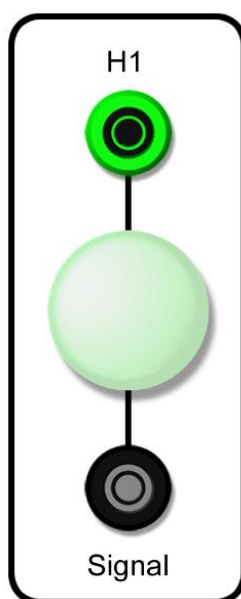
Le raccordement est le suivant :

Douille noire 1 raccorder à la douille COM

Douille rouge raccorder à la douille +10V

Douille bleue raccorder à la douille AI1

### 3.6.4. Sous-ensemble « Signalisation »



1 voyant à câbler sont disponible sur le pupitre opérateur pour indiquer l'état du variateur :

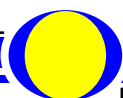
Ce voyant est à câbler à partir des contacts NO ou NC des relais programmables R1 et R2.

Les fonctions programmées des relais R1 et R2 pourront être par exemple :

- R1 : Seuil thermique du moteur atteint  
A câbler sur le voyant « défaut »
- R2 : Consigne de fréquence atteinte  
A câbler sur le voyant « puissance »



## MISE EN SERVICE





## **4.1 Vérifications préliminaires**

A la réception du matériel, veuillez vérifier la présence des fournitures suivantes :

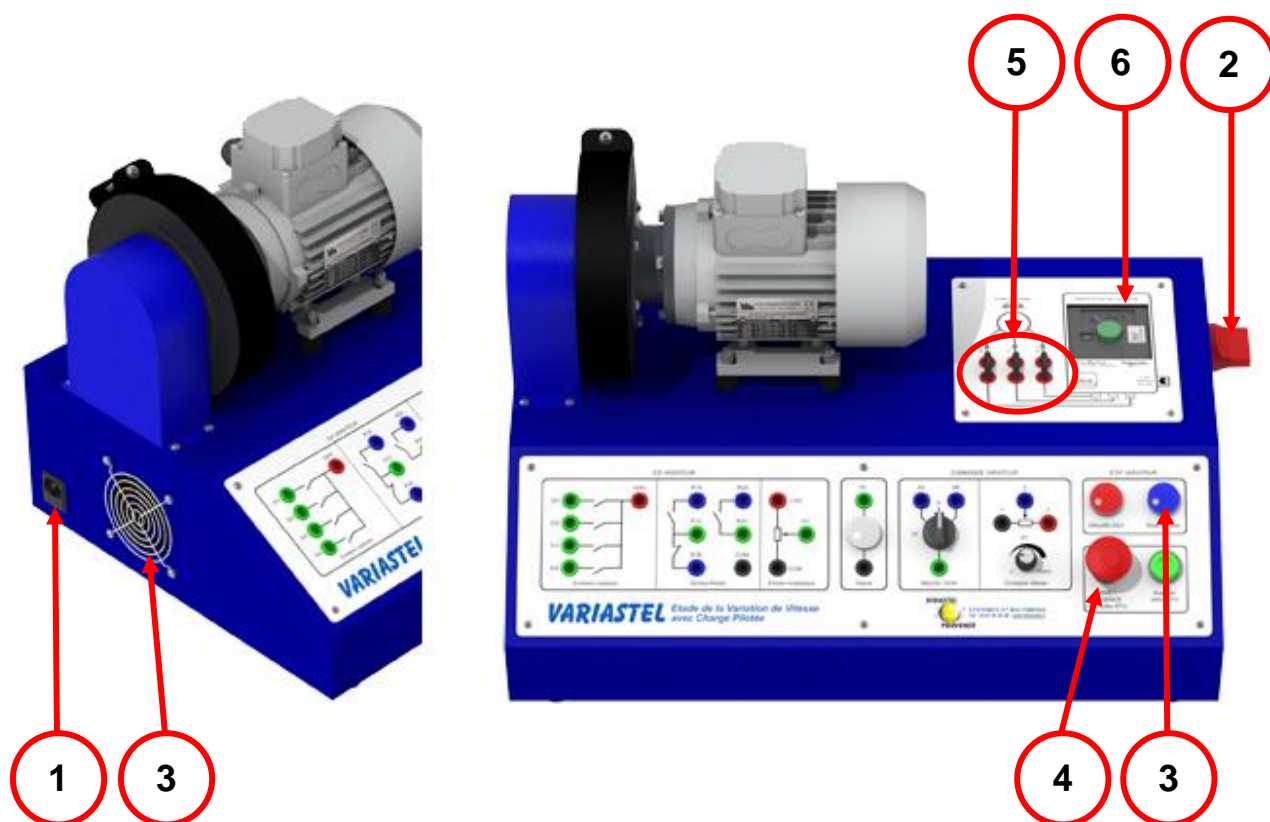
- Un câble secteur pour raccordement au réseau 230 V monophasé L=2,5m
- 5 cordons rouges de sécurité 4mm L=0.5m
- 5 cordons noirs de sécurité 4mm L=0.5m
- 5 cordons bleus de sécurité 4mm L=0.5m
- 5 cordons verts de sécurité 4mm L=0.5m
- 3 cavaliers 4 mm en place sur le banc sur la face supérieure pour liaison des phases moteur au variateur.

Une fois cette vérification effectuée, assurez vous du bon état du matériel garantissant des bonnes conditions de transport en vérifiant les points suivants :

- Aucun coup, aucune rayure ne doivent être apparentes sur le banc
- La boîte à bornes du moteur ne doit pas être cassée, les quatre vis de fixation doivent être correctement serrées
- La tête du potentiomètre de réglage du frein doit être correctement fixée, sans jeu, et le marqueur blanc doit présenter une course en pleine échelle allant de 0% à 100% sans décalage.
- Le variateur de vitesse ne doit pas présenter de choc apparent, doit être correctement fixé sans jeu.
- Les vis de fixation de la face avant doivent être correctement fixées
- Les 4 pieds supports doivent être correctement fixés et ne doivent pas présenter de d'instabilité

## 4.2 Procédure de mise en service

Pour procéder à la mise en service du banc respectez la procédure énoncée ci-dessous dans son ordre de numérotation :



1. A l'aide du cordon secteur fourni avec le système, raccordez la prise située à gauche du système au réseau secteur domestique 230V monophasé ;
2. A l'aide du sectionneur mettre la platine sous tension ;
3. Le ventilateur doit démarrer et le voyant "Sous Tension" doit être éclairé ;
4. Vérifier la position de l'Arrêt d'Urgence : Celui-ci doit être déverrouillé ;
5. Vérifier la présence des cavaliers de mesure sur le circuit puissance.
6. L'afficheur du variateur doit s'éclairer et afficher « RDY » (Ready).

Le circuit de commande et le circuit de puissance sont maintenant alimentés, le variateur est prêt, la mise en service de l'équipement est réalisée.

L'étape suivante consistera à piloter le variateur et la banc d'essai VARIATEL à l'aide du logiciel VARIATEL-V2.

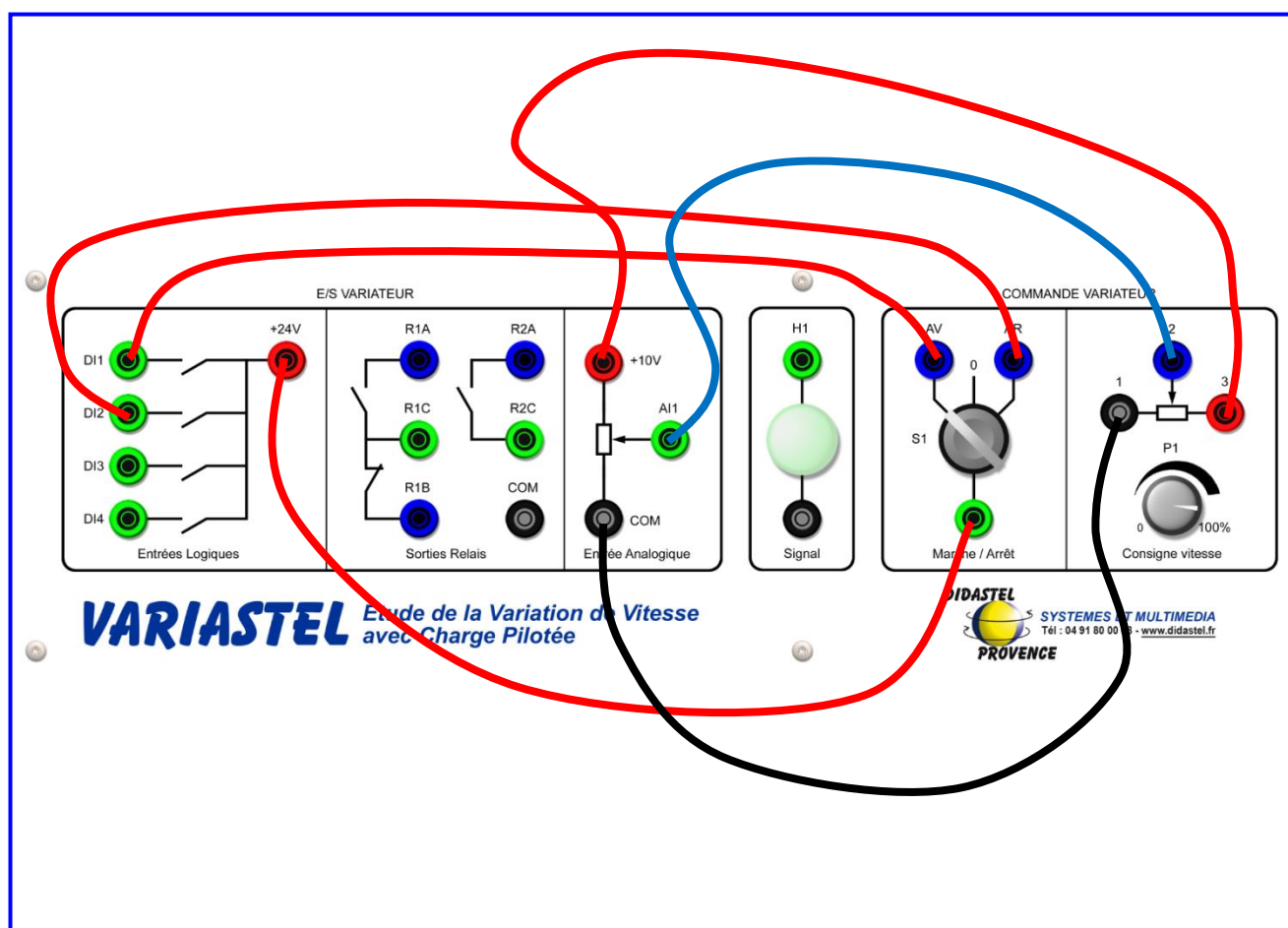
### 4.3 Câblage du bornier de contrôle du variateur

#### 4.3.1 Câblage de la consigne vitesse et du sens de rotation

Le câblage suivant s'effectuera sans modification du paramétrage des entrées / sorties TOR DI1 à DI4 et de l'entrée analogique AI1 du variateur.

Rappel de la configuration par défaut :

- DI1 Marche avant
- DI2 Marche arrière
- AI1 Entrée analogique de la consigne vitesse (0 à 10V)



En réalisant le câblage ci-dessus vous pourrez agir sur le sens de rotation du moteur par action sur le commutateur **S1 « Marche / Arrêt »** et sur la vitesse de rotation du moteur par action sur le potentiomètre **P1**.

### 4.3.2 Câblage des relais programmables

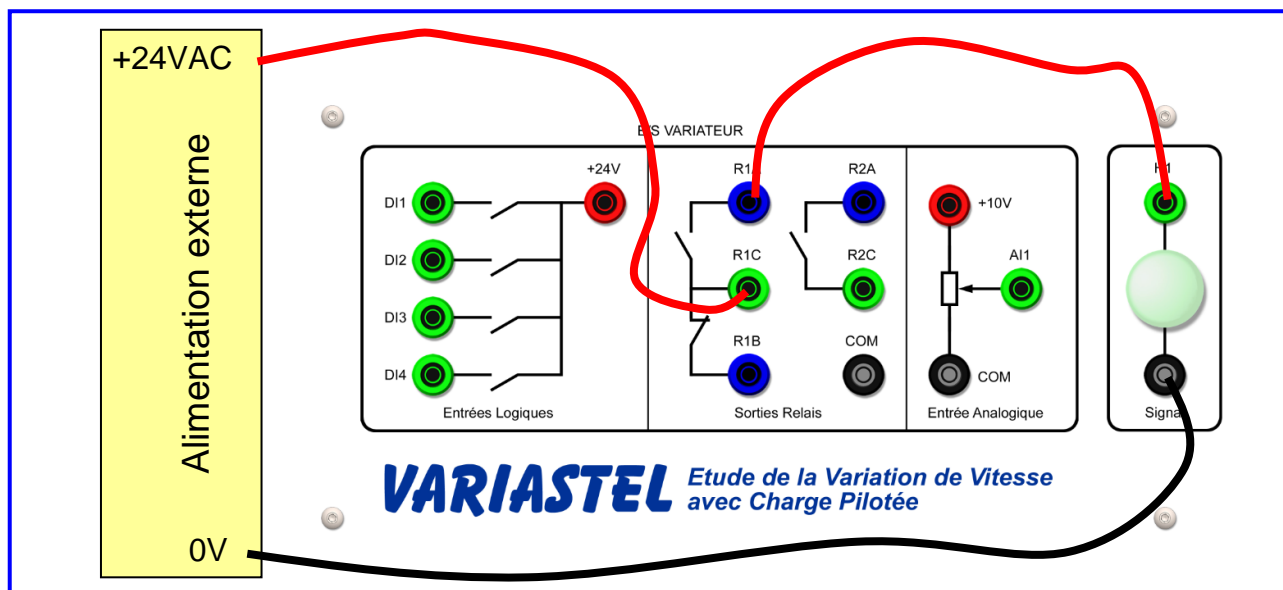
Nous allons câbler les relais programmables du variateur en utilisant la configuration par défaut:

- R1 variateur en défaut
- R2 non affecté

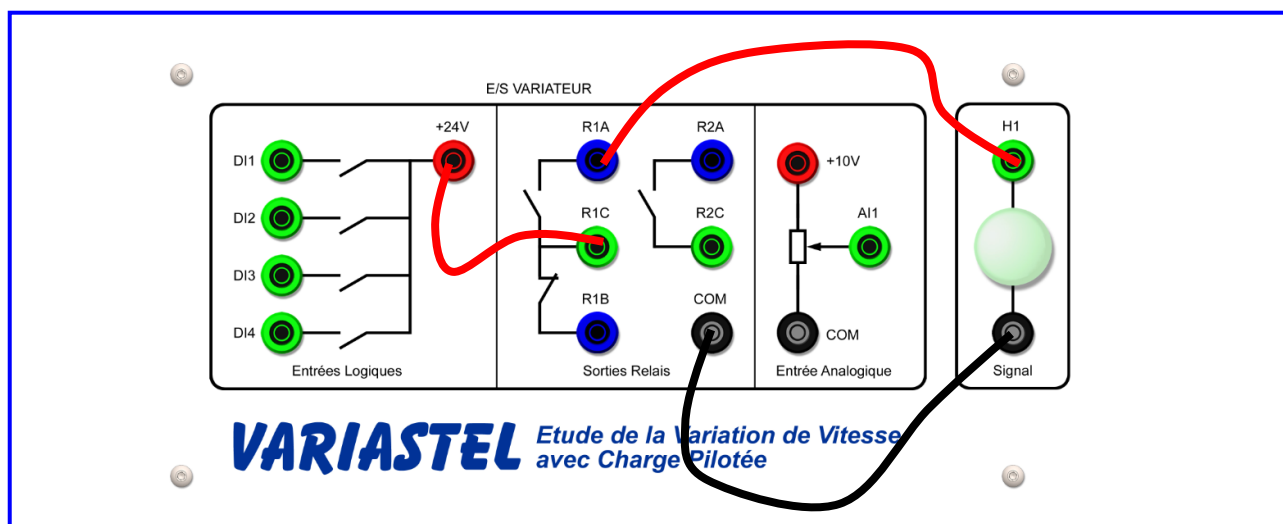
Deux méthodes de câblage sont présentées ci-dessous:

- Avec une source d'alimentation 24 VAC externe
- Sans source d'alimentation externe

Avec source externe :



Sans source externe:



Remarque:

L'utilisation du même relais pour indiquer la marche du variateur ou le mode défaut n'est pas une solution sécurisante. Il vaut mieux paramétrer le mode défaut sur la relais R2 afin de mettre en oeuvre un principe de redondance de traitement.



## **4.4 Paramétrage du variateur de vitesse**

### **4.4.1 Préréglage « DIDASTEL » du variateur de vitesse**

L'Altivar 320 est préréglé en usine pour les conditions d'emploi les plus courantes :

- Affichage : variateur prêt (rdY) moteur à l'arrêt, et fréquence moteur en marche.
- Fréquence moteur (bFr) : 50 Hz.
- Application à couple constant, contrôle vectoriel de flux sans capteur (UFt = n).
- Mode d'arrêt normal sur rampe de décélération (Stt = rMP).
- Mode d'arrêt sur défaut : roue libre
- Rampes linéaires (ACC, dEC) : 3 secondes.
- Petite vitesse (LSP) : 0 Hz.
- Grande vitesse (HSP) : 50 Hz.
- Courant thermique moteur (ItH) = courant nominal moteur (valeur selon calibre du variateur).
- Courant de freinage par injection à l'arrêt (SdC1) = 0,7 x courant nominal variateur, pendant 0,5 seconde.
- Adaptation automatique de la rampe de décélération en cas de surtension au freinage.
- Pas de redémarrage automatique après un défaut.

Entrées logiques :

- DI1, DI2 (2 sens de marche) : commande 2 fils sur transition, DI1 = marche avant, DI2 = marche arrière
- DI3 à DI4 : Non affectées.

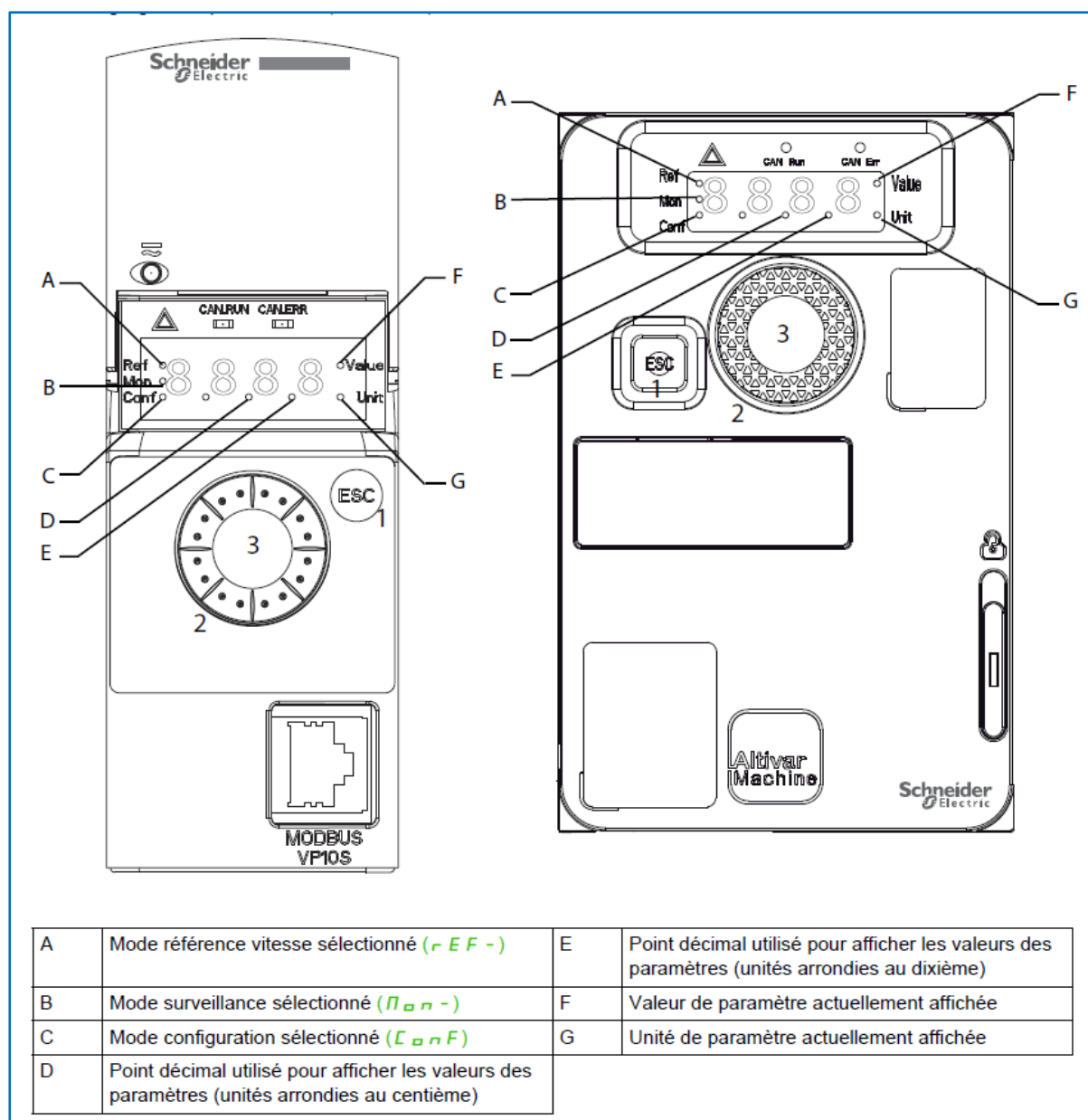
Entrées analogiques :

- AI1 : Consigne vitesse 0-10 V, (Potentiomètre P1).
- AI2 : utilisée pour la lecture du signal de la génératrice tachymétrique.

Sorties:

- Relais R1 : les contacts basculent en cas de défaut (ou variateur hors tension)
- Relais R2 : inactif (non affecté).
- Sortie analogique AOV : 0-10v, consigne de freinage.

### 4.4.2 Fonctions de l'afficheur et des touches

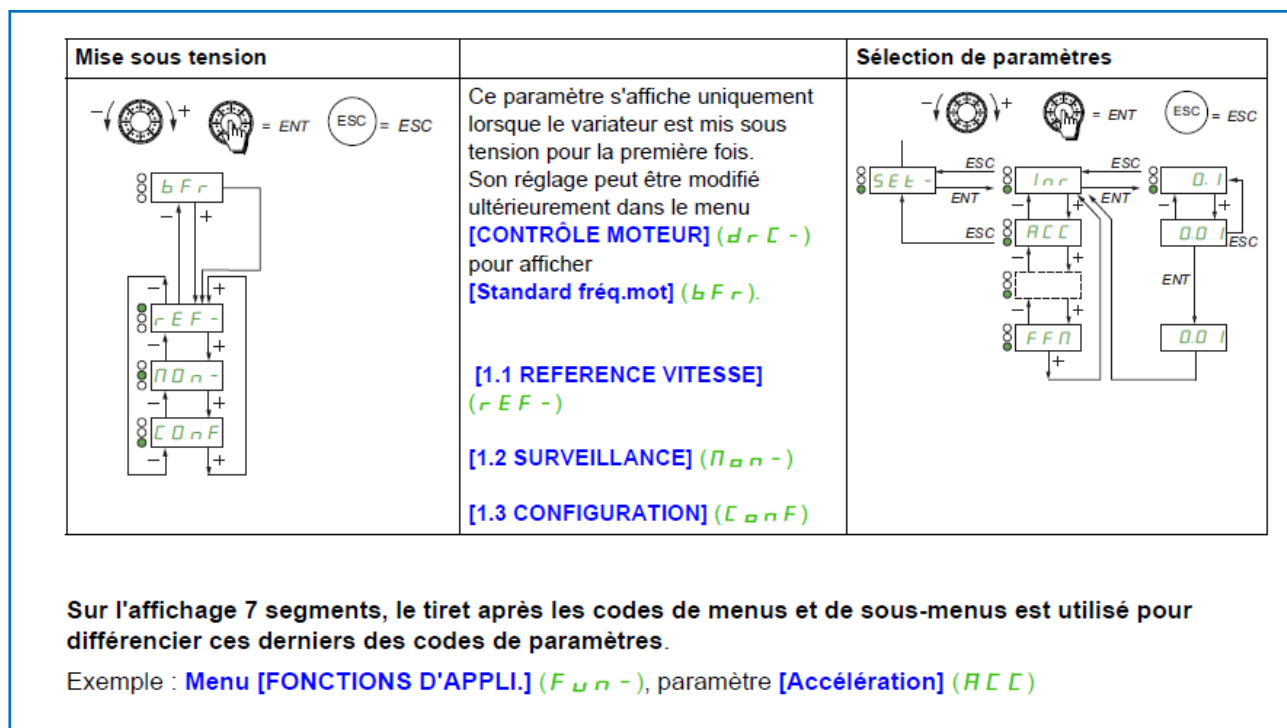


#### Affichage normal hors défaut et hors mise en service :

- 43.0 : Affichage du paramètre sélectionné dans le menu SUP (par défaut : fréquence moteur). En cas de limitation de courant, l'affichage est clignotant.
- init : Séquence d'initialisation
- rdY : Variateur prêt.
- dcb : Freinage par injection de courant continu en cours.
- nSt : Arrêt en roue libre.
- FSt : Arrêt rapide
- tUn : Autorégulation en cours.

#### 4.4.3 Structure des menus:

Mode d'accès aux différents menus :



A la mise sous tension du variateur, le terminal affiche l'état du variateur : RDY (Ready).

En appuyant une fois sur « ENT » (appui mollette) on accède à l'affichage de la fréquence injectée au moteur (BFR).

En appuyant une seconde fois sur « ENT » (appui mollette), on accède aux différents menus de configuration.

Le choix du menu s'effectue en tournant la mollette.

Pour entrer dans le menu choisi, il faut appuyer sur « ENT » (appui mollette).

En respectant la procédure ci-dessus, faites défiler les différents menus jusqu'au menu « SET ».

Une fois « SET » affiché, appuyez sur entrée pour accéder aux différents sous-menus.

Le menu « SET » est le menu réglage qui donne accès aux sous-menus de réglage des paramètres accélération, décélération, petite vitesse (LSP), grande vitesse (HSP) et Ith.

Fonctions :

- ACC : Réglage de la rampe d'accélération en seconde
- DEC : Réglage de la rampe de décélération en seconde
- LSP : Réglage de la petite vitesse en Hz
- HSP : Réglage de la grande vitesse en Hz
- Ith : Réglage de la protection thermique du moteur en A

**Arborescence :**

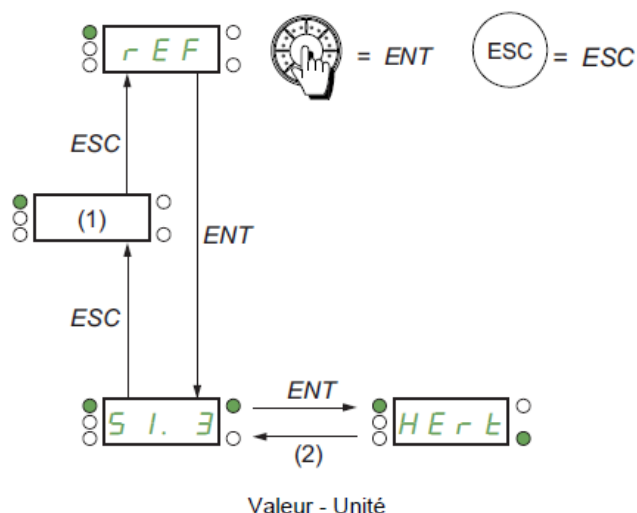
(1) Selon le canal de consigne actif

Valeurs possibles :

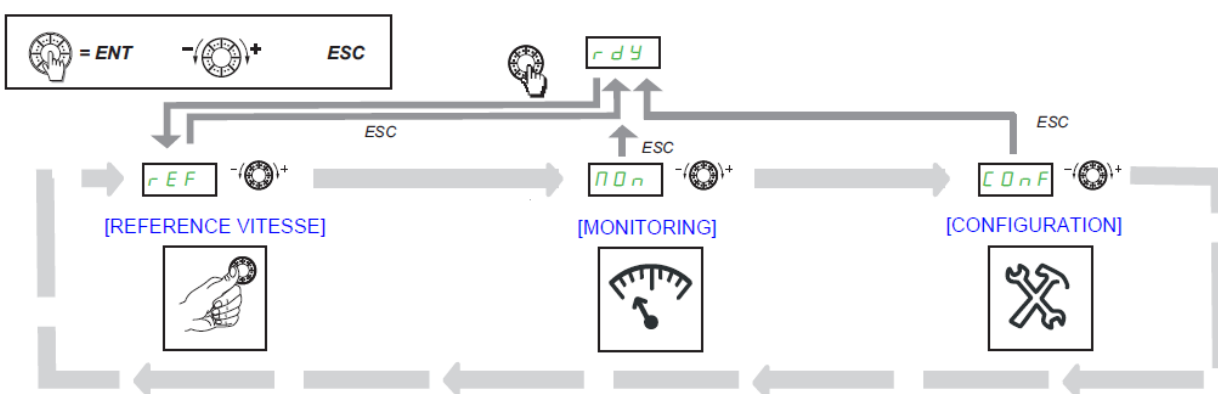
(R I U I)  
(L F r)  
(P F r)  
(r P i)  
(F r H)  
(r P C)

(2) 2 s ou ESC

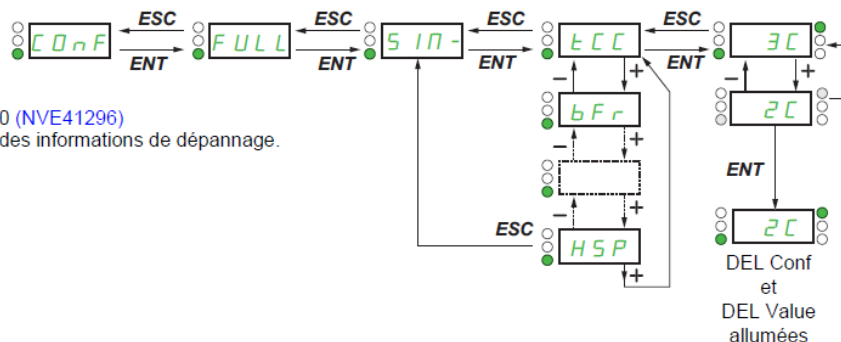
Les valeurs du paramètre et les unités affichées sur le schéma sont fournies à titre d'exemple.



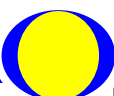
### Structure des menus :



Les codes des menus sont suivis d'un tiret pour les distinguer des codes de paramètres. Exemple: [SIMPLY START] S I N -, paramètre L C C.

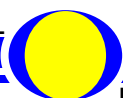


Consultez le guide de programmation ATV320 (NVE41296) pour une description complète des menus et des informations de dépannage.





## LES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES



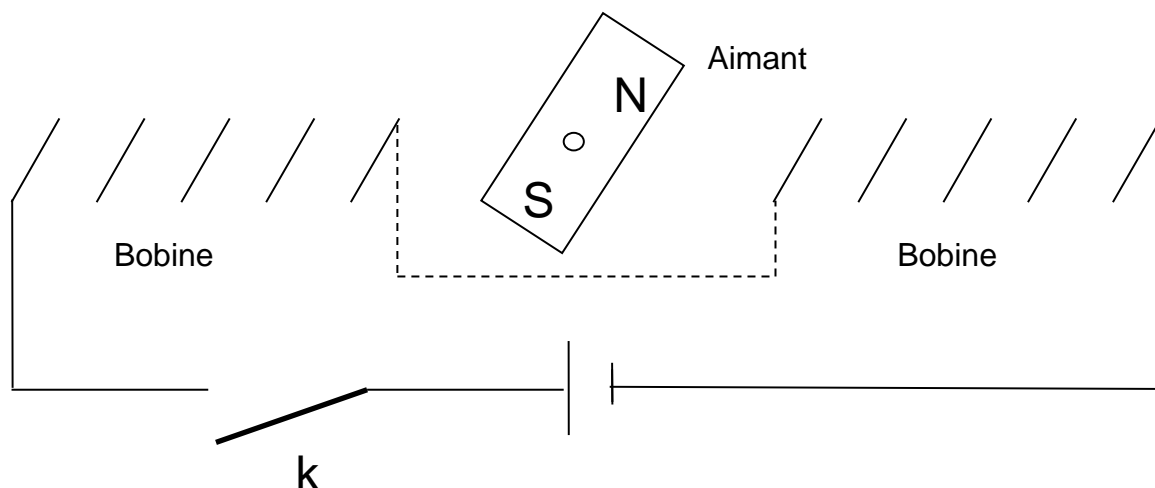


## 5.1 Principe de fonctionnement

### 5.1.1 Observation :

#### Soit le système suivant :

On place deux bobines fixes et un aimant permanent pouvant tourner autour d'un axe.



Les deux bobines sont électriquement en série. On définira les parties suivantes :

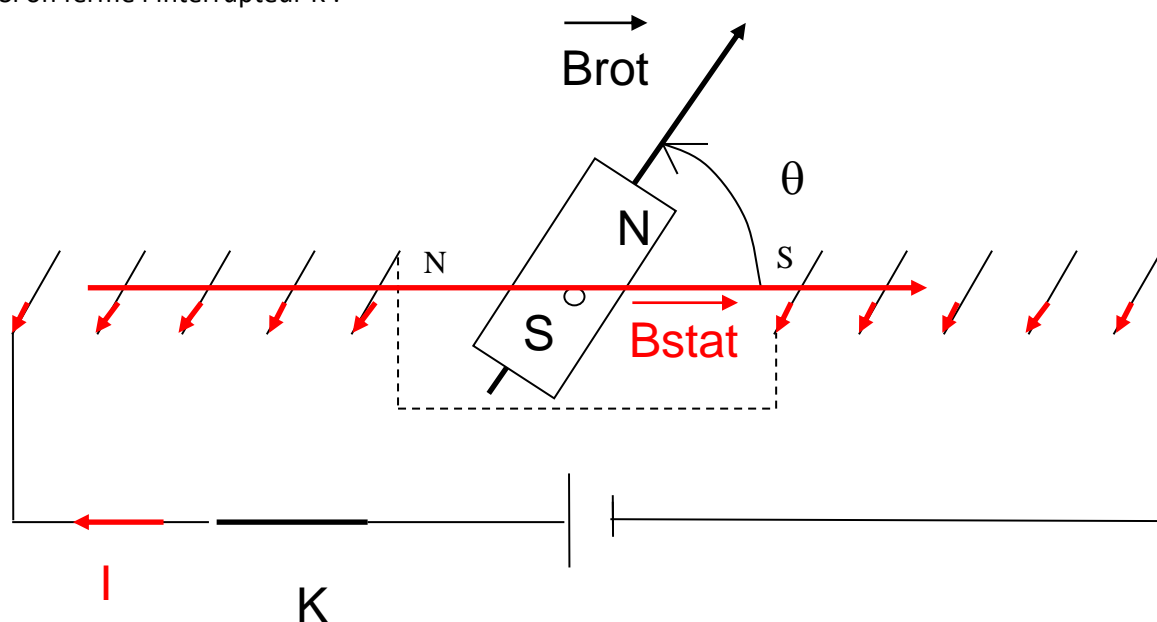
#### Partie statorique : (bobines)

C'est la partie fixe du système qui génère le champ magnétique  $B_{stat}$  →

#### Partie rotorique : (rotor)

C'est la partie fixe du système qui génère le champ magnétique  $B_{rot}$  →

Si on ferme l'interrupteur K :



Par interaction de pôles magnétiques, le rotor se met à tourner...

Expression du couple de rotation :

$$C_r = m \cdot B_{\text{stat}} \cdot \sin \theta$$

Avec  $m$  : moment magnétique du rotor,  $C_r$  : couple de rotation  
Lorsque l'angle  $\theta$  est nul, il n'y a plus de rotation.

Conclusion :

**On a obtenu un bref mouvement de rotation. Il faut créer une induction tournante...**

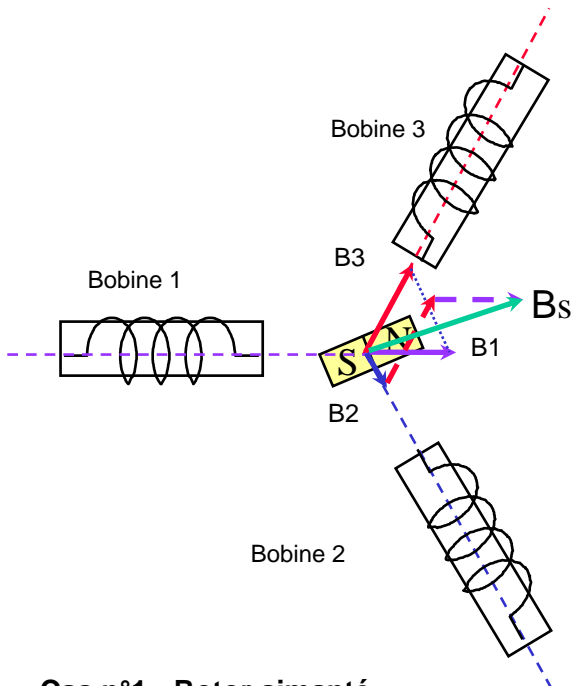
5.1.2 Création du champ tournant

Trois enroulements, géométriquement décalés de  $120^\circ$ , sont alimentés chacun par une des phases d'un réseau triphasé alternatif. Une paire de pôle est ainsi créée ( $p=1$ ).

Les enroulements sont parcourus par des courants alternatifs présentant le même décalage électrique, et qui produisent chacun un champ magnétique tournant qui à pour expression :

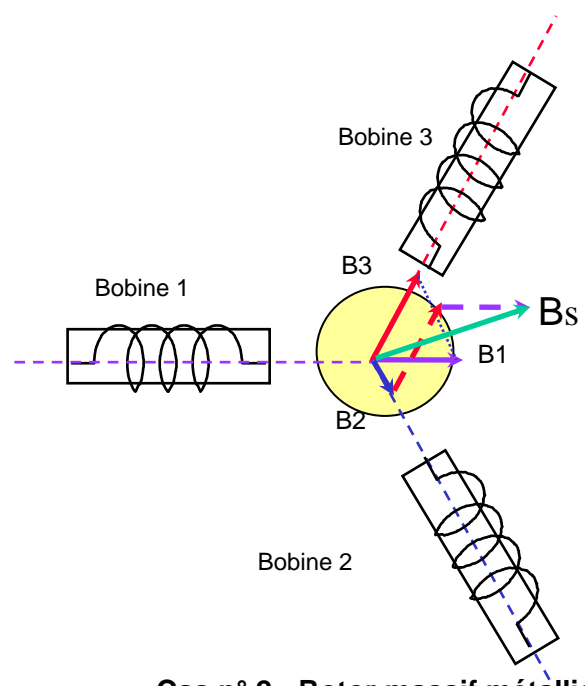
$$B(p,t) = 3/2 B_{\text{max}} \cos (\theta_e + \omega t)$$

Création du champ tournant :



**Cas n°1 : Rotor aimanté**

**Concept de la machine synchrone**



**Cas n° 2 : Rotor massif métallique**

**Concept du moteur asynchrone**



### 5.1.3 Cas du moteur asynchrone : notion de glissement

Pour une machine synchrone, l'induction rotorique existe naturellement (rotor aimanté ou électroaimant). Pour un moteur asynchrone, le rotor est métallique. L'induction rotorique devra être créée par le stator (machine à induction). Il faut donc qu'il y ait une différence de vitesse entre le champ tournant statorique et le rotor. Des courants induits naîtront dans celui-ci et le champ rotor apparaîtra ainsi. L'interaction de champs magnétiques que nous avons précitée sera alors possible.

C'est la raison pour laquelle ce moteur électrique fonctionnant suivant ce principe que est appelé « **moteur asynchrone** ».

La différence entre la vitesse de synchronisme ( $N_s$ ) et celle du rotor ( $N$ ) est appelée « glissement » ( $g$ ) et s'exprime en % de la vitesse de synchronisme.

$$g = [(N_s - N) / N_s] \times 100$$

En fonctionnement, la fréquence du courant rotorique s'obtient en multipliant la fréquence d'alimentation par le glissement.

Au démarrage la fréquence du courant rotorique est donc maximale.

Le glissement en régime établi est variable suivant la charge du moteur et selon le niveau de la tension d'alimentation qui lui est appliqué :

il est d'autant plus faible que le moteur est peu chargé, et il augmente si le moteur est sous alimenté.

### 5.1.4 Vitesse de synchronisme

La vitesse de synchronisme des moteurs asynchrones triphasés est proportionnelle à la fréquence du courant d'alimentation et inversement proportionnelle au nombre de paires de pôles constituant le stator.

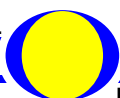
Par exemple :  $N_s = 60 f/p$

Avec :

- $N_s$  : vitesse de synchronisme en tr/min
- $f$  : fréquence en Hz,
- $p$  : nombre de paires de pôles.

Pour les fréquences industrielles de 50 Hz et 60 Hz et une autre fréquence (100 Hz), les vitesses de rotation du champ tournant, ou vitesses de synchronisme, en fonction du nombre de pôles, sont données dans le tableau ci-contre.

Nombre de pôles	Vitesse de rotation en tr/min		
	50 Hz	60 Hz	100 Hz
2	3000	3600	6000
4	1500	1800	3000
6	1000	1200	2000
8	750	900	1500
10	600	720	1200
12	500	600	1000
16	375	540	750



Dans la pratique il n'est pas toujours possible d'augmenter la vitesse d'un moteur asynchrone en l'alimentant sous une fréquence supérieure à celle pour laquelle il est prévu, même si la tension est adaptée.

Il convient en effet de vérifier si ses conceptions mécanique et électrique le permettent.

A noter que compte tenu du glissement, les vitesses de rotation en charge des moteurs asynchrones sont légèrement inférieures aux vitesses de synchronisme indiquées dans le tableau.

## **5.2 Constitution**

Un moteur asynchrone triphasé à cage comporte deux parties principales : un inducteur ou stator et un induit ou rotor.

### **5.2.1 Le stator**

C'est la partie fixe du moteur. Une carcasse en fonte ou en alliage léger renferme une couronne de tôles minces (de l'ordre de 0,5 mm d'épaisseur) en acier au silicium. Les tôles sont isolées entre elles par oxydation ou par un vernis isolant.

Le « feuilletage » du circuit magnétique réduit les pertes par hystérésis et par courants de Foucault.

Les tôles sont munies d'encoches dans lesquelles prennent place les enroulements statoriques destinés à produire le champ tournant (trois enroulements dans le cas d'un moteur triphasé). Chaque enroulement est constitué de plusieurs bobines.

Le mode de couplage de ces bobines entre elles définit le nombre de paires de pôles du moteur, donc la vitesse de rotation.

### **5.2.2 Le rotor**

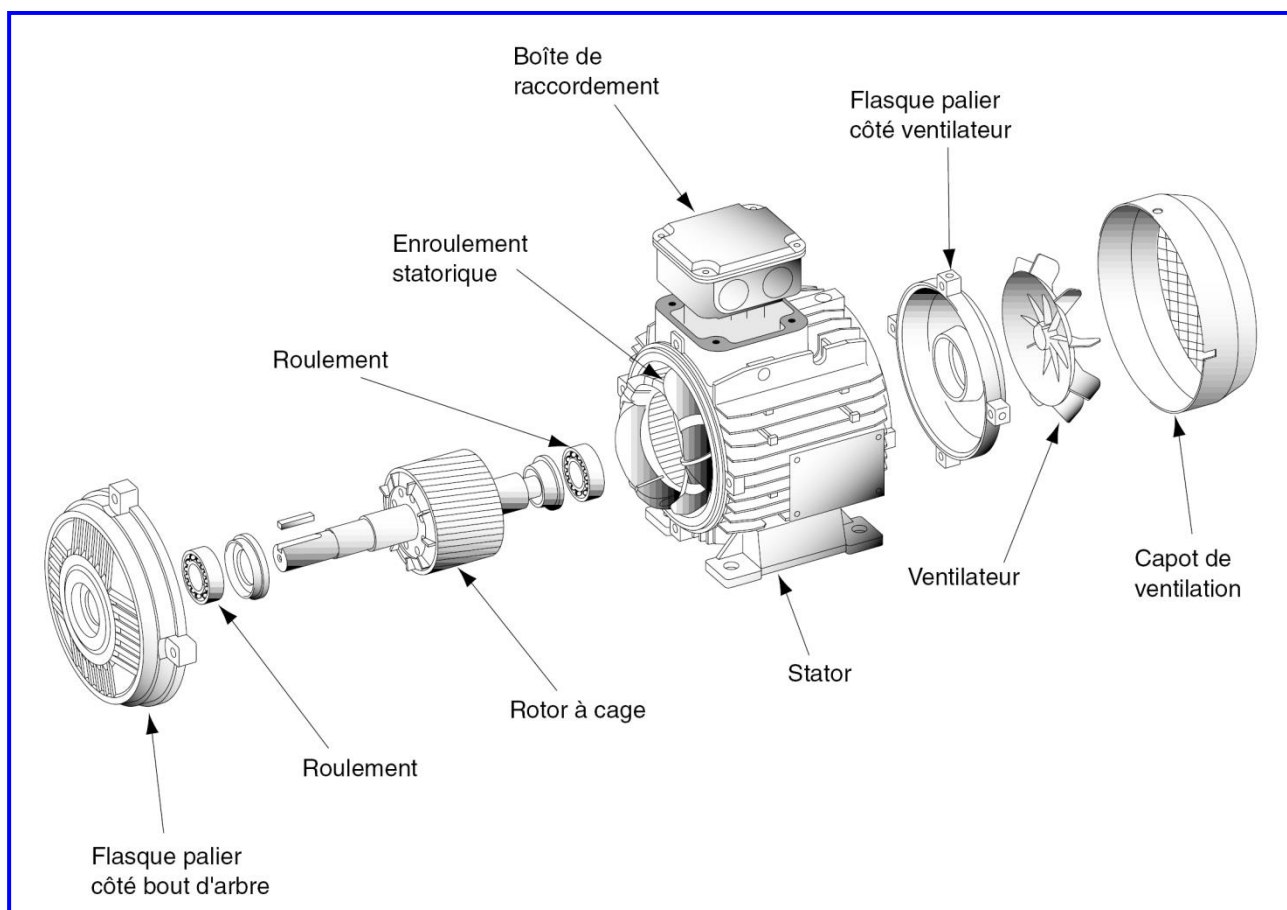
C'est l'élément mobile du moteur. Comme le circuit magnétique du stator, il est constitué d'un empilage de tôles minces isolées entre elles et formant un cylindre claveté sur l'arbre du moteur.

Cet élément, de par sa technologie, permet de distinguer deux familles de moteurs asynchrones : ceux dont le rotor est dit « à cage », et ceux dont le rotor bobiné est dit « à bagues ».

## 5.3 Les différents types de rotor

### 5.3.1 Le rotor à cage

Plusieurs types de rotor à cage existent, ils sont tous conçus suivant la vue ci-après :



Vue éclatée d'un moteur à rotor à cage

#### Rotor à simple cage

Dans des trous ou dans des encoches disposés sur le pourtour du rotor (à l'extérieur du cylindre constitué par l'empilage de tôles) sont placés des conducteurs reliés à chaque extrémité par une couronne métallique et sur lesquels vient s'exercer le couple moteur généré par le champ tournant.

Pour que le couple soit régulier, les conducteurs sont légèrement inclinés par rapport à l'axe du moteur.

L'ensemble a l'aspect d'une cage d'écureuil, d'où le nom de ce type de rotor.

La cage d'écureuil est généralement entièrement moulée. L'aluminium est injecté sous pression et les ailettes de refroidissement, coulées lors de la même opération, assurent la mise en court-circuit des conducteurs du stator.

Ces moteurs ont un couple de démarrage relativement faible et le courant absorbé lors de la mise sous tension est très supérieur au courant nominal.

En contre partie ils ont un faible glissement au couple nominal.

Ces moteurs sont utilisés principalement en forte puissance pour améliorer le rendement des installations sur des pompes et ventilateurs. Ils sont également associés à des convertisseurs de fréquence en vitesse variable, les problèmes de couple et de courant de démarrage sont alors parfaitement résolus.

### **Rotor à double cage**

Il comporte deux cages concentriques, l'une extérieure, de faible section et assez résistante, l'autre intérieure, de forte section et de résistance plus faible.

- Au début du démarrage, les courants rotoriques étant à fréquence élevée, l'effet de peau qui en résulte fait que la totalité du courant rotorique circule à la périphérie du rotor et donc dans une section réduite des conducteurs. Au début du démarrage, le courant rotorique étant de fréquence élevée, le courant ne circule que dans la cage extérieure. Le couple produit par la cage extérieure résistante est important et l'appel de courant réduit
- En fin de démarrage, la fréquence diminue dans le rotor, le passage du flux à travers la cage intérieure est plus facile. Le moteur se comporte alors sensiblement comme s'il était construit avec une seule cage peu résistante. En régime établi, la vitesse n'est que très légèrement inférieure à celle du moteur à simple cage.

### **Rotor à encoches profondes**

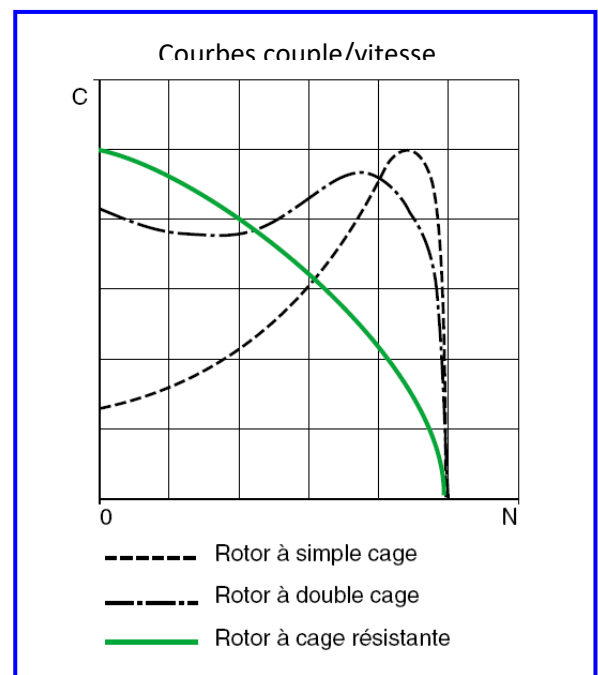
C'est la réalisation standard.

Les conducteurs rotoriques sont moulés dans les encoches du rotor qui sont de forme trapézoïdale dont le petit coté du trapèze se situe à l'extérieur du rotor.

Le fonctionnement est analogue au moteur à double cage : l'intensité du courant rotorique varie en fonction inverse de sa fréquence.

Ainsi :

- Au début du démarrage, le couple est élevé et l'appel de courant réduit.
- En régime établi, la vitesse est sensiblement celle du moteur à simple cage.

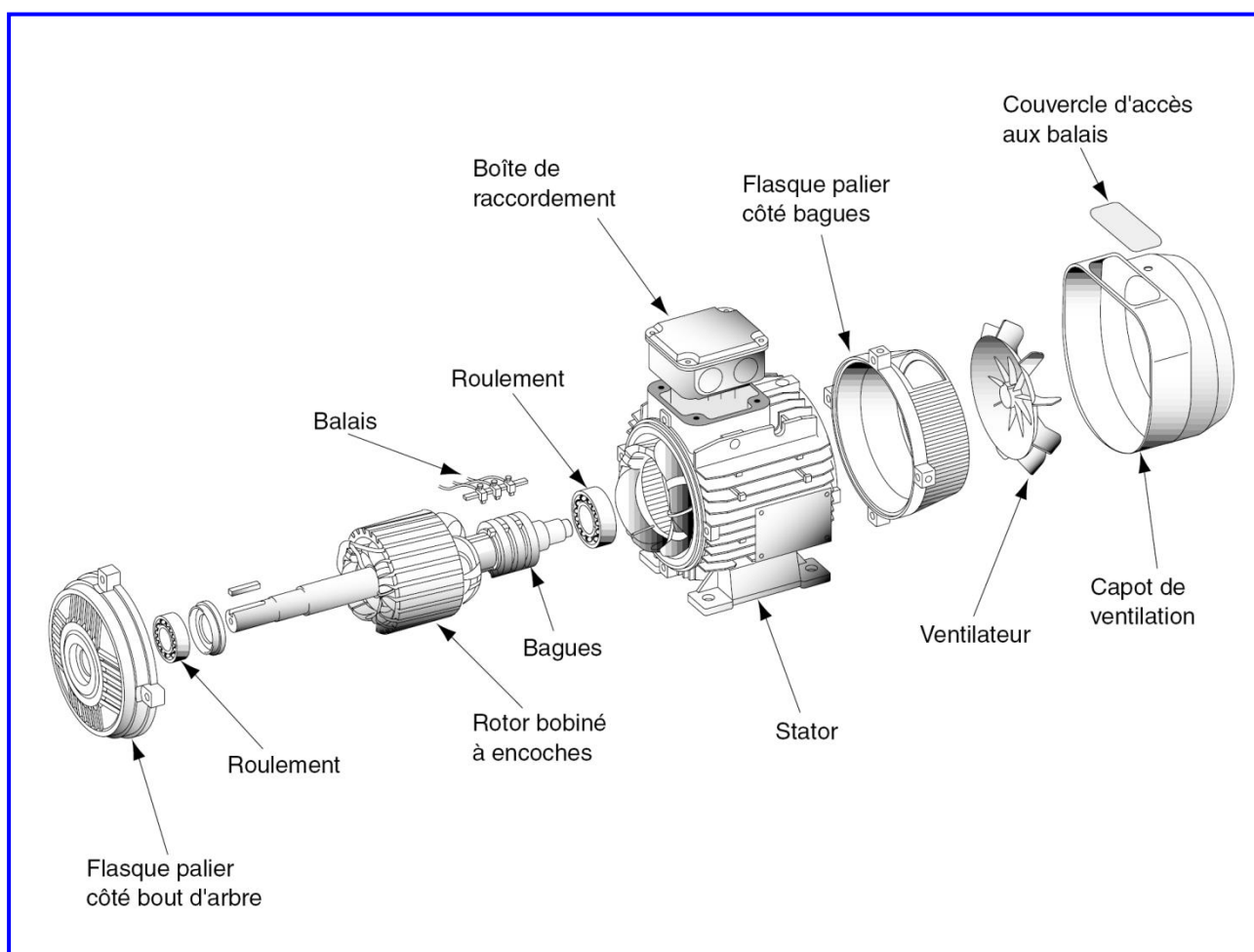


### 5.3.2 Le rotor bobiné (rotor à bagues)

Dans des encoches pratiquées à la périphérie du rotor sont logés des enroulements identiques à ceux du stator. Généralement le rotor est triphasé.

Une extrémité de chacun des enroulements est reliée à un point commun (couplage étoile). Les extrémités libres peuvent être raccordées sur un coupleur centrifuge ou sur trois bagues en cuivre, isolées et solidaires du rotor.

Sur ces bagues viennent frotter des balais à base de graphite, raccordés au dispositif de démarrage.



Vue éclatée d'un moteur à rotor à bagues

En fonction de la valeur des résistances insérées dans le circuit rotorique, ce type de moteur peut développer un couple de démarrage s'élevant jusqu'à 2,5 fois le couple nominal.

Le courant au démarrage est sensiblement proportionnel au couple développé sur l'arbre moteur.

Cette solution est de plus en plus abandonnée au profit de solutions électroniques associées à un moteur à cage standard.

Cela permet de résoudre les problèmes de maintenance :

- emplacement des balais d'alimentation du rotor usés,
- entretien des résistances de réglage

## 5.4 EXPLOITATION DES MOTEURS ASYNCHRONES A CAGE

### 5.4.1 Conséquences d'une variation de tension

- Effet sur le courant de démarrage

Le courant de démarrage varie avec la tension d'alimentation. Si celle-ci est plus élevée pendant la phase de démarrage, le courant absorbé à l'instant de la mise sous tension augmente. Cette augmentation de courant est aggravée par la saturation de la machine.

- Effet sur la vitesse

Lors des variations de tension, la vitesse de synchronisme n'est pas modifiée, mais sur un moteur en charge, une augmentation de la tension entraîne une légère diminution du glissement. Concrètement, cette propriété est inexploitable car en raison de la saturation du circuit magnétique du stator, le courant absorbé augmente fortement et un échauffement anormal de la machine est à craindre même sur un fonctionnement à faible charge.

En revanche, si la tension d'alimentation décroît le glissement augmente et, pour fournir le couple le courant absorbé augmente, avec le risque d'échauffement qui en résulte.

D'autre part, comme le couple maximum décroît comme le carré de la tension, un décrochage est possible en cas de diminution importante de tension.

### 5.4.2 Conséquences d'une variation de fréquence

- Effet sur le couple

Comme dans toute machine électrique, le couple du moteur asynchrone est de la forme

$$C = K I \Phi \quad (K = \text{coefficient constant dépendant de la machine})$$

Dans le schéma ci-dessous, le bobinage L est celui qui produit le flux et  $I_0$  est le courant magnétisant.

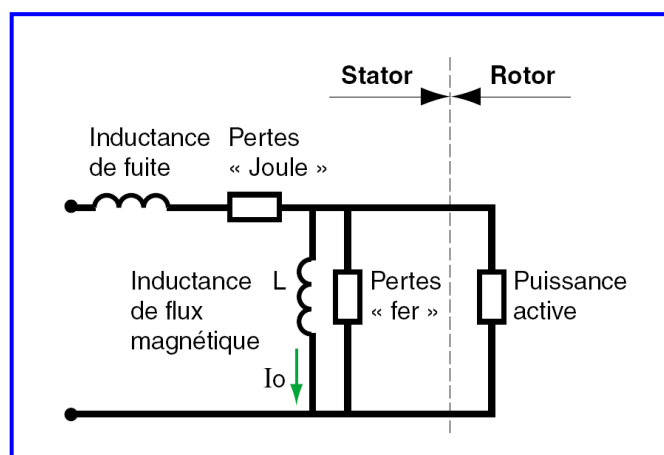


schéma équivalent d'un moteur asynchrone

En première approximation, en négligeant la résistance devant l'inductance magnétisante (c'est-à-dire pour des fréquences de quelques Hertz) le courant  $I_0$  a pour expression :

$$I_0 = U / 2\pi L f$$

et le flux aura pour expression :

$$\Phi = k I_0$$

Le couple de la machine a donc pour expression :

$$C = K k I_0 I$$

$I_0$  et  $I$  sont les courants nominaux pour lesquels le moteur est dimensionné.

Pour ne pas dépasser les limites il faut maintenir  $I_0$  à sa valeur nominale, ce qui ne peut s'obtenir que si le rapport  $U/f$  reste constant.

Par conséquent, il est possible d'obtenir le couple et les courants nominaux tant que la tension d'alimentation  $U$  peut être ajustée en fonction de la fréquence.

Quand cet ajustement n'est plus possible, la fréquence peut toujours être augmentée, mais le courant  $I_0$  diminue et le couple utile également car il n'est pas possible de dépasser de manière continue le courant nominal de la machine sans risque d'échauffement.

Pour obtenir un fonctionnement à couple constant quelle que soit la vitesse il faut maintenir le ratio  $U/f$  constant... ce que réalise un convertisseur de fréquence.

- **Effet sur la vitesse**

La vitesse de rotation d'un moteur asynchrone est proportionnelle à la fréquence de la tension d'alimentation. Cette propriété est souvent utilisée pour faire fonctionner à très grande vitesse des moteurs spécialement conçus, par exemple avec une alimentation en 400 Hz (rectifieuses, appareils de laboratoire ou chirurgicaux, etc.)

Il est aussi possible d'obtenir une vitesse variable par réglage de la fréquence, par exemple de 6 à 50 Hz (rouleaux transporteurs, appareils de levage, etc.).

### 5.4.3 Réglage de vitesse des moteurs asynchrones triphasés

Avec les convertisseurs de fréquence, les moteurs à cage sont aujourd'hui couramment commandés en vitesse variable, et peuvent ainsi être employés dans des applications jusqu'alors réservées aux moteurs à courant continu.

#### Moteurs à couplage de pôles

Comme nous l'avons vu précédemment, la vitesse d'un moteur à cage est fonction de la fréquence du réseau d'alimentation et du nombre de paires de pôles. Il est donc possible d'obtenir un moteur à deux ou plusieurs vitesses en créant dans le stator des combinaisons de bobinages qui correspondent à des nombres de pôles différents.

Ce type de moteur ne permet que des rapports de vitesses de 1 à 2 (4 et 8 pôles, 6 et 12 pôles, etc.). Il comporte six bornes.

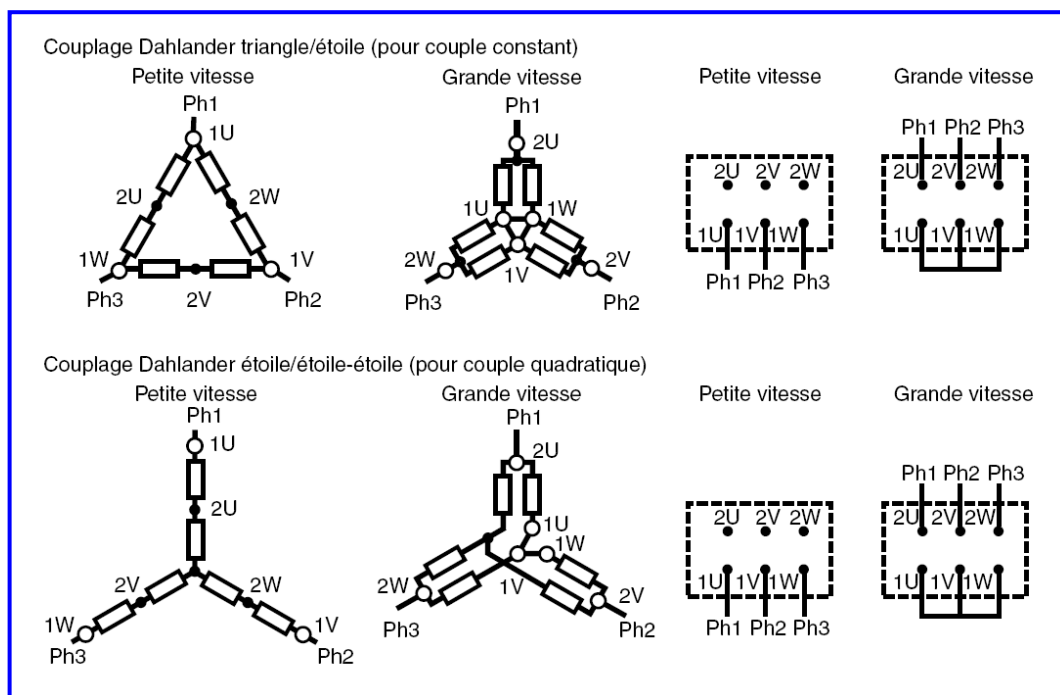
Pour l'une des vitesses, le réseau est connecté sur les trois bornes correspondantes. Pour la seconde, celles-ci sont reliées entre elles, le réseau étant branché sur les trois autres bornes.

Le plus souvent, aussi bien en grande qu'en petite vitesse, le démarrage s'effectue par couplage au réseau sans dispositif particulier (démarrage direct).

Dans certains cas, si les conditions d'exploitation l'exigent et si le moteur le permet, le dispositif de démarrage réalise automatiquement le passage en petite vitesse avant d'enclencher la grande vitesse ou avant l'arrêt.

Suivant les courants absorbés lors des couplages Petite Vitesse -PV- ou Grande Vitesse -GV-, la protection peut être réalisée par un même relais thermique pour les deux vitesses ou par deux relais (un pour chaque vitesse).

Généralement, ces moteurs ont un rendement peu élevé et un facteur de puissance assez faible.



Différents types de couplage Dahlander

#### Moteurs à enroulements statoriques séparés

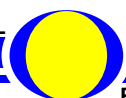


Ce type de moteurs, comportant deux enroulements statoriques électriquement indépendants, permet d'obtenir deux vitesses dans un rapport quelconque.

Cependant leurs caractéristiques électriques sont souvent affectées par le fait que les enroulements PV doivent supporter les contraintes mécaniques et électriques résultant du fonctionnement du moteur en GV.

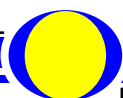
Ainsi, de tels moteurs fonctionnant en PV absorbent parfois un courant plus important qu'en GV.

Il est également possible de réaliser des moteurs à trois ou quatre vitesses en procédant au couplage des pôles sur l'un des enroulements statoriques ou sur les deux. Cette solution exige des prises supplémentaires sur les bobinages.





## **LA VARIATION DE VITESSE DES MOTEURS ASYNCHRONES**



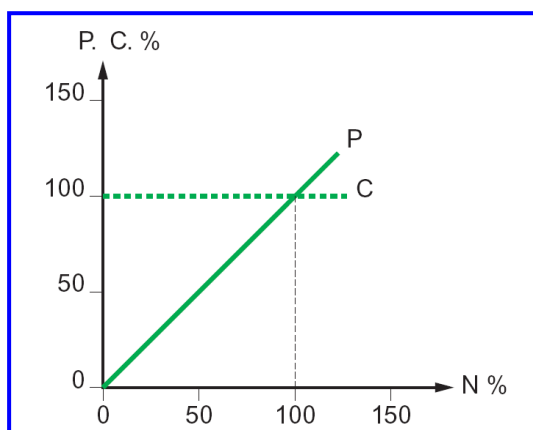


## 6.1 Les différents types de charge résistantes

### 6.1.1 Fonctionnement à couple constant

Le fonctionnement est dit à couple constant quand les caractéristiques de la charge sont telles qu'en régime établi, le couple demandé est sensiblement le même quelle que soit la vitesse.

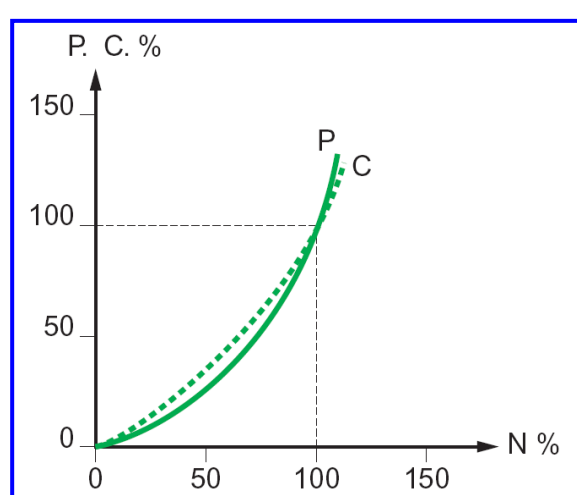
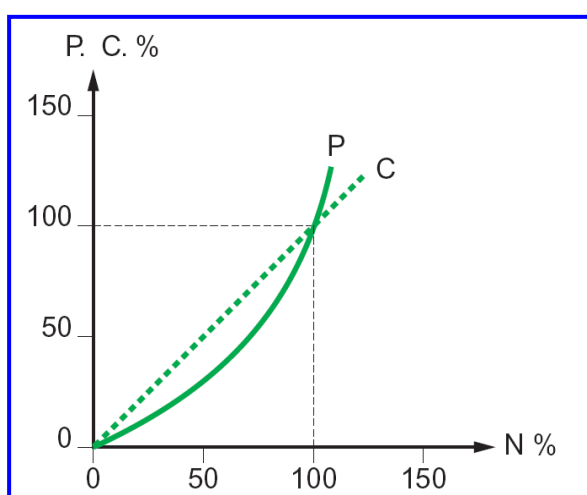
Ce mode de fonctionnement se retrouve sur des machines de type convoyeur ou malaxeur. Pour ce type d'applications le variateur doit avoir la capacité de fournir un couple de démarrage important (1,5 fois ou plus le couple nominal) pour vaincre les frottements statiques et pour accélérer la machine (inertie).



Fonctionnement à couple constant

### 6.1.2 Fonctionnement à couple variable

Le fonctionnement est dit à couple variable quand les caractéristiques de la charge sont telles qu'en régime établi, le couple demandé varie avec la vitesse. C'est en particulier le cas des pompes volumétriques à vis d'Archimède dont le couple croît linéairement avec la vitesse ou les machines centrifuges (pompes et ventilateurs) dont le couple varie comme le carré de la vitesse.



Courbes de fonctionnement à couple variable

Pour un variateur destiné à ce type d'application, un couple de démarrage plus faible (en général 1,2 fois le couple nominal du moteur) est suffisant. Il dispose le plus souvent de fonctions complémentaires comme la possibilité d'occulter des fréquences de résonance correspondant à des vibrations indésirables de la machine.

Le fonctionnement au-delà de la fréquence nominale de la machine est impossible en raison de la surcharge qui serait imposée au moteur et au variateur.

### 6.1.3 Fonctionnement à puissance constante

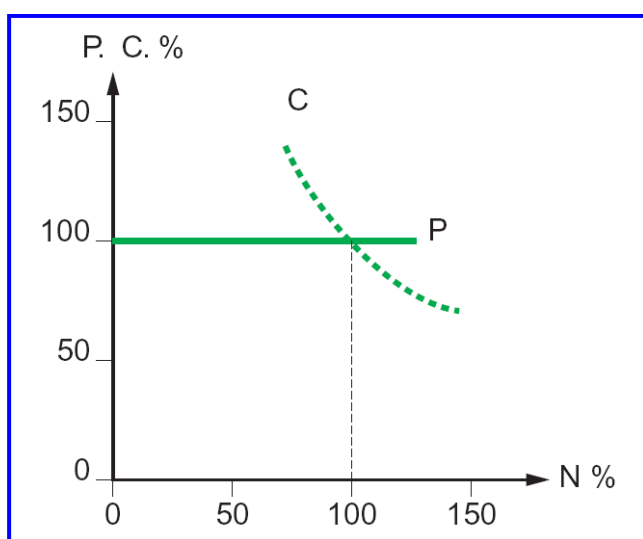
C'est un cas particulier du couple variable. Le fonctionnement est dit à puissance constante quand le moteur fournit un couple inversement proportionnel à la vitesse angulaire.

C'est le cas, par exemple, pour un enrouleur dont la vitesse angulaire doit diminuer au fur et à mesure que croît le diamètre d'enroulement par accumulation du matériau.

C'est également le cas des moteurs de broche des machines outils.

La plage de fonctionnement à puissance constante est par nature limitée :

en basse vitesse par le courant fourni par le variateur et en grande vitesse par le couple disponible du moteur. En conséquence, le couple moteur disponible avec les moteurs asynchrones et la capacité de commutation des machines à courant continu doivent être bien vérifiés



Courbe de fonctionnement à puissance constante

## 6.2 Le convertisseur de fréquence pour moteur asynchrone

### 6.2.1 Principe de fonctionnement

Le convertisseur de fréquence, alimenté à tension et fréquence fixes par le réseau, assure au moteur, en fonction des exigences de vitesse, son alimentation en courant alternatif à tension et fréquence variables. Pour alimenter convenablement un moteur asynchrone à couple constant quelle que soit la vitesse, il est nécessaire de maintenir le flux constant. Ceci nécessite que la tension et la fréquence évoluent simultanément et dans les mêmes proportions.

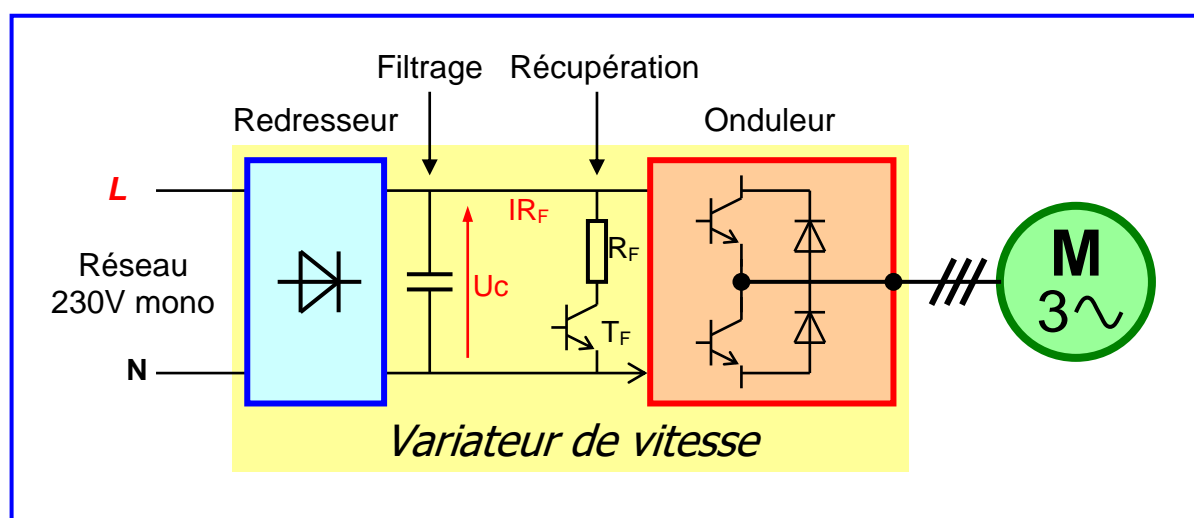
### 6.2.2 Constitution

Le circuit de puissance est constitué par un redresseur et un onduleur qui, à partir de la tension redressée, produit une tension d'amplitude et fréquence variables.

Pour respecter la directive CE les normes associées, un filtre « réseau » est placé en amont du pont redresseur.

Le redresseur est en général équipé d'un pont redresseur à diodes et d'un circuit de filtrage constitué d'un ou plusieurs condensateurs en fonction de la puissance. Un circuit de limitation contrôle l'intensité à la mise sous tension du variateur. Certains convertisseurs utilisent un pont à thyristors pour limiter le courant d'appel de ces condensateurs de filtrage qui sont chargés à une valeur sensiblement égale à la valeur crête de la sinusoïde réseau (environ 560 V en 400 V triphasé).

Le pont onduleur, connecté à ces condensateurs, utilise six semi-conducteurs de puissance (en général des IGBT) et des diodes de roue libre associées.



Constitution d'un variateur de vitesse pour moteur asynchrone

- **Redresseur:** Permet de transformer une tension alternative en tension continue ondulée
- **Filtrage:** Elimine les phénomènes d'ondulations de la tension en sortie du redresseur.

- **Récupération:** Système permettant de transformer l'énergie mécanique lors du freinage du moteur en énergie calorifique dans le cas où l'on utilise une résistance de dissipation comme système de freinage. Ce système de récupération d'énergie assure un freinage contrôlé du moteur.
- **Onduleur:** Permet de transformer une tension continue en une tension alternative amplitude et fréquence variables. On peut ainsi maintenir le rapport  $U/f$  constant.

Ce type de variateur est destiné à l'alimentation des moteurs asynchrones à cage. Ainsi l'Altivar, permet de créer un mini-réseau électrique à tension et fréquence variables capable d'alimenter un moteur unique ou plusieurs moteurs en parallèle. Il comporte :

- un redresseur avec condensateurs de filtrage ;
- un onduleur à 6 IGBT et 6 diodes ;
- un hacheur qui est connecté à une résistance de freinage (en général extérieure au produit) ;
- les circuits de commande des transistors IGBT ;
- une unité de contrôle organisée autour d'un microprocesseur, lequel assure la commande de l'onduleur ;
- des capteurs internes pour mesurer le courant moteur, la tension continue présente aux bornes des condensateurs et dans certains cas les tensions présentes aux bornes du pont redresseur et du moteur ainsi que toutes les grandeurs nécessaires au contrôle et à la protection de l'ensemble moto-variateur ;
- une alimentation pour les circuits électronique bas niveau.

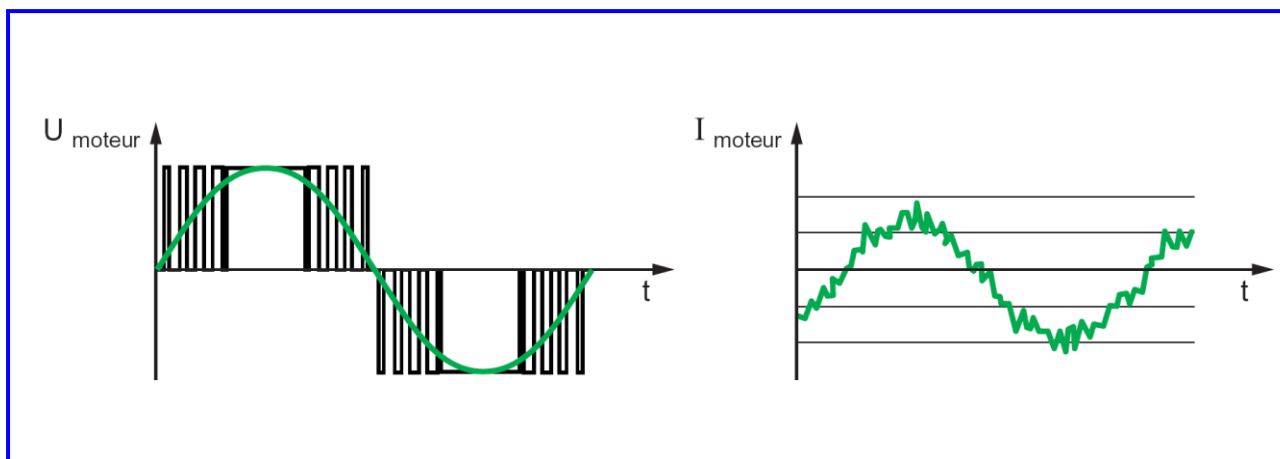
Cette alimentation est réalisée par un circuit à découpage connecté aux bornes des condensateurs de filtrage pour bénéficier de cette réserve d'énergie.

Cette disposition permet à l'Altivar de s'affranchir des fluctuations réseau et des disparitions de tension de courte durée, ce qui lui confère de remarquables performances en présence de réseaux fortement perturbés.



### 6.2.3 La variation de vitesse

La génération de la tension de sortie est obtenue par découpage de la tension redressée au moyen d'impulsions dont la durée, donc la largeur, est modulée de telle manière que le courant alternatif résultant soit aussi sinusoïdal que possible.



La modulation de largeur d'impulsions

Cette technique connue sous le nom de MLI (Modulation de Largeur d'Impulsions ou PWM en anglais) conditionne la rotation régulière à basse vitesse et limite les échauffements.

La fréquence de modulation retenue est un compromis :

Elle doit être suffisamment élevée pour réduire l'ondulation de courant et le bruit acoustique dans le moteur sans augmenter notablement les pertes dans le pont onduleur et dans les semiconducteurs.

Deux rampes règlent l'accélération et le ralentissement.

### 6.2.4 Fonctionnement en U/f

Dans ce type de fonctionnement, la référence vitesse impose une fréquence à l'onduleur et par voie de conséquence au moteur, ce qui détermine la vitesse de rotation.

La tension d'alimentation est en relation directe avec la fréquence.

Ce fonctionnement est souvent nommé fonctionnement à U/f constant ou fonctionnement scalaire.

Si aucune compensation n'est effectuée, la vitesse réelle varie avec la charge ce qui limite la plage de fonctionnement. Une compensation sommaire peut être utilisée pour tenir compte de l'impédance interne du moteur et limiter la chute de vitesse en charge.

### 6.2.5 Inversion du sens de marche et freinage

Pour inverser le sens de marche, un ordre externe (soit sur une entrée dédiée à cet effet, soit pour un signal circulant sur un bus de communication) entraîne l'inversion dans l'ordre de fonctionnement des composants de l'onduleur, donc du sens de rotation du moteur.

Plusieurs fonctionnements sont possibles :

- **1er cas : inversion immédiate du sens de commande des semi-conducteurs**

Si le moteur est toujours en rotation au moment de l'inversion de sens de marche, cela se traduit par un glissement important et le courant dans le variateur est alors égal au maximum possible (limitation interne). Le couple de freinage est faible en raison du fort glissement et la régulation interne ramène la consigne de vitesse à une faible valeur.

Quand le moteur atteint la vitesse nulle, la vitesse s'inverse en suivant la rampe.

L'excédent d'énergie non absorbée par le couple résistant et les frottements est dissipé dans le rotor.

- **2e cas : inversion du sens de commande des semi-conducteurs précédée d'une décélération avec ou sans rampe**

Si le couple résistant de la machine est tel que la décélération naturelle est plus rapide que la rampe fixée par le variateur, celui-ci continue à fournir de l'énergie au moteur. La vitesse diminue progressivement et s'inverse.

Par contre, si le couple résistant de la machine est tel que la décélération naturelle est plus faible que la rampe fixée par le variateur, le moteur se comporte comme une génératrice hyper synchrone et restitue de l'énergie au variateur ;

mais la présence du pont de diodes interdisant le renvoi de l'énergie vers le réseau, les condensateurs de filtrage se chargent, la tension augmente et le variateur se verrouille.

Pour éviter cela, il faut disposer d'une résistance qui est connectée aux bornes des condensateurs par un hacheur de façon à limiter la tension à une valeur convenable.

Le couple de freinage n'est plus limité que par les capacités du variateur de vitesse : la vitesse diminue progressivement et s'inverse.

Pour cette utilisation, le fabricant du variateur fournit des résistances de freinage dimensionnées en fonction de la puissance du moteur et des énergies à dissiper. Le hacheur étant dans la majorité des cas inclus d'origine dans le variateur, seule la présence d'une résistance de freinage distingue un variateur capable d'assurer un freinage contrôlé.

Ce mode de freinage est donc particulièrement économique.

Il va de soi que ce mode de fonctionnement permet de ralentir un moteur jusqu'à l'arrêt sans nécessairement inverser le sens de rotation.

### 6.2.6 Freinage par injection de courant continu

Un freinage économique peut être facilement réalisé en faisant fonctionner l'étage de sortie du variateur en hacheur qui injecte ainsi un courant continu dans les enroulements. Le couple de freinage n'est pas contrôlé.

Il est assez peu efficace, surtout à grande vitesse, et de ce fait la rampe de décélération n'est pas contrôlée.

Néanmoins c'est une solution pratique pour diminuer le temps d'arrêt naturel de la machine.

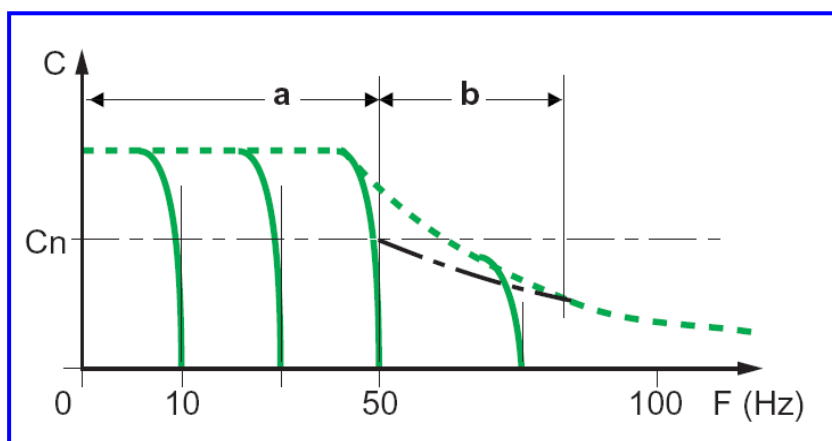
L'énergie étant dissipée dans le rotor, ce mode de fonctionnement est, par nature, occasionnel.

### 6.2.7 Les modes de fonctionnement possibles

#### Fonctionnement dit à « couple constant »

Tant que la tension délivrée par le variateur peut évoluer et dans la mesure où le flux dans la machine est constant (rapport  $U/f$  constant ou mieux encore avec contrôle vectoriel de flux), le couple moteur sera grossièrement proportionnel au courant et le couple nominal de la machine pourra être obtenu sur toute la plage de vitesse.

Cependant le fonctionnement prolongé au couple nominal à basse vitesse n'est possible que si une ventilation forcée du moteur est prévue, ce qui nécessite un moteur spécial. Les variateurs modernes disposent de circuits de protection qui établissent une image thermique du moteur en fonction du courant, des cycles de fonctionnement et de la vitesse de rotation : la protection du moteur est donc assurée.



couple d'un moteur asynchrone à charge constante alimenté par un convertisseur de fréquence

[

**a]** – zone de fonctionnement à couple constant,

**b]** - zone de fonctionnement à puissance constante.

### **Fonctionnement dit à « puissance constante »**

Lorsque la machine est alimentée sous sa tension nominale, il est encore possible d'augmenter sa vitesse en l'alimentant à une fréquence supérieure à celle du réseau de distribution. Toutefois, la tension de sortie du convertisseur ne pouvant pas dépasser celle du réseau, le couple disponible décroît en proportion inverse de l'accroissement de la vitesse.

Au-dessus de sa vitesse nominale, le moteur fonctionne non plus à couple constant mais à puissance constante ( $P = Cw$ ), tant que la caractéristique naturelle du moteur l'autorise.

La vitesse maximale est limitée par deux paramètres :

- la limite mécanique liée au rotor,
- la réserve de couple disponible.

Pour une machine asynchrone alimentée à tension constante, le couple maximum variant comme le carré de la vitesse, le fonctionnement à « puissance constante » n'est possible que dans une plage limitée de vitesse déterminée par la caractéristique de couple propre à la machine.

### **6.2.8 Les possibilités de dialogue**

Pour pouvoir assurer un fonctionnement correct du moteur, les variateurs intègrent un certain nombre de capteurs pour surveiller la tension, les courants « moteur » et son état thermique.

Ces informations, indispensables pour le variateur, peuvent être utiles pour l'exploitation.

Les variateurs et démarreurs récents intègrent des fonctions de dialogue en tirant profit des bus de terrain. Il est ainsi possible de générer des informations qui sont utilisées par un automate et un superviseur pour la conduite de la machine. De la même façon les informations de contrôle proviennent de l'automate par le même canal.

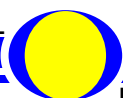
Parmi les informations qui transitent citons :

- les consignes de vitesse,
- les ordres de marche ou d'arrêt,
- les réglages initiaux du variateur ou les modifications de ces réglages en opération,
- l'état du variateur (marche, arrêt, surcharge, défaut),
- les alarmes,
- l'état du moteur (vitesse, couple, courant, température).

Ces possibilités de dialogue sont également utilisées en liaison avec un PC pour pouvoir simplifier les réglages à la mise en route (téléchargement) ou archiver les réglages initiaux.



## DOCUMENTATIONS CONSTRUCTEURS














## 7.1 Le variateur de vitesse ATV320

### 7.1.1 Documentations disponibles en ligne dans le répertoire "Professeur"

Compte-tenu du nombre de pages mises à disposition de la part du constructeur (>500), les documentations complètes concernant le variateur ATV 320 et accessoires sont disponibles en téléchargement depuis le site DIDASTEL dans leur intégralité au format .pdf pour Acrobat Reader.

Liste des documentations du répertoire professeur :

Nom	Modifié le	Type	Taille
 AT320_Catalogue_FR.pdf	13/07/2017 10:38	Adobe Acrobat D...	7 509 Ko
 ATV320_ATV_Logic_Manual_FR_NVE71955...	07/05/2021 10:26	Adobe Acrobat D...	2 724 Ko
 ATV320_communication_parameters_NV...	12/02/2018 16:59	Feuille Microsoft ...	208 Ko
 ATV320_Getting_Started_FR_NVE21771_04...	07/05/2021 10:24	Adobe Acrobat D...	1 211 Ko
 ATV320_Installation_manual_FR_NVE4129...	07/05/2021 10:26	Adobe Acrobat D...	10 901 Ko
 ATV320_Modbus_manual_EN_NVE41308_...	13/07/2017 10:39	Adobe Acrobat D...	4 588 Ko
 ATV320_Modbus_TCP_EtherNet_IP_Manu...	13/07/2017 10:35	Adobe Acrobat D...	4 793 Ko
 ATV320_Programming_manual_FR_NVE4...	15/09/2021 18:50	Adobe Acrobat D...	7 298 Ko
 ATV320_Safety_Functions_manual_FR_NV...	13/07/2017 10:38	Adobe Acrobat D...	5 033 Ko
 ATV320_Variables_Communication.pdf	20/07/2017 10:47	Adobe Acrobat D...	1 342 Ko
 VW3A1105_document.pdf	25/07/2017 08:31	Adobe Acrobat D...	171 Ko

Les caractéristiques essentielles sont reprises ci-dessous :

## 7.1.2 Références des variateurs

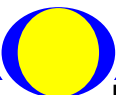
Domaines d'application	Communs
	Spécifiques

**Manutention, emballage, textiles, levage, actionneurs mécaniques, travail des matériaux**  
**Convoyage, encartonneuses, portiques, machines à bois ou de transformation du métal, ventilateurs, ...**



<b>Degré de protection</b>	
<b>Plage de puissance pour réseau 50...60 Hz</b>	Monophasé 200...240 V (kW)
	Triphasé 200...240V (kW)
	Triphasé 380...480V (kW)
	Triphasé 380...500V (kW)
	Triphasé 525...600 V (kW)
<b>Entraînement</b>	Fréquence de sortie
	Loi de commande
	Moteur asynchrone
	Moteur synchrone
	Capteur moteur
	Intégré
	En option
	Surcouple transitoire
<b>Fonctions</b>	<b>Fonctions avancées</b>
	Fonctions de sécurité intégrées
	Nombre de vitesses présélectionnées
<b>Nombre d'entrées/Entrées analogiques sorties intégrées</b>	Entrées logiques
	Sorties analogiques
	Sorties logiques
	Sorties relais
	Entrées de fonction de sécurité
<b>Module optionnel d'extension d'E/S</b>	
<b>Communication</b>	Intégrée
	En option
<b>Outils de configuration et d'exploitation</b>	
<b>Normes et certifications</b>	

IP 20	IP 20
0,18...2,2 kW/0,25...3 HP	0,18...2,2 kW/0,25...3 HP
0,18...15 kW/0,25...20 HP	-
-	-
0,37...4 kW/0,5...5 HP	0,37...15 kW/0,5...20 HP
0,75...15 kW/1...20 HP	-
0,1...500 Hz	
Loi tension/fréquence (2 points, 5 points, économie d'énergie, quadratique), Contrôle Vectoriel de Flux sans capteur (standard et économie d'énergie)	
Contrôle Vectoriel sans capteur	
-	
RS422 (contrôle de vitesse)	
Jusqu'à 200 % du couple nominal moteur en boucle ouverte	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Contrôle de moteurs asynchrones et synchrones ; y compris moteurs IE2, IE3 et PM en boucle ouverte</li> <li>■ Intégration de MachineStruxure dans SoMachine</li> <li>■ Fonctionnement en mode vitesse et contrôle de couple (avec limitation de courant)</li> <li>■ Fonctions applicatives personnalisables et flexibles avec ATV Logic (jusqu'à 50 blocs fonctions)</li> <li>■ Nombreuses fonctions applicatives pour domaines d'application cibles</li> <li>■ Fonctions de sécurité intégrées adaptées aux domaines d'application cibles</li> </ul>	
STO (jusqu'à SIL3/PL <sub>e</sub> ), SS1, SLS, SMS, GDL	
16	
3 : 1 entrée avec différentiel bipolaire ±10 V, 1 entrée avec tension ±10 V et 1 entrée avec courant (0-20 mA)	
6 : 4 entrées configurables (logique positive ou négative), 1 entrée avec sonde PTC, 1 entrée d'impulsions 20 kHz	
1 : configurable en tension (0...10 V) ou courant (0-20 mA)	
1 : configurable en tension ou courant	
2 : 1 avec contacts "F"/"O" et 1 avec contacts "O"	
1 + 4 : 1 entrée avec STO et 4 entrées configurables pour fonctions de sécurité à partir d'entrées logiques	
-	
Port unique compatible avec CANopen et liaison série Modbus	
Ethernet IP et Modbus TCP, CANopen RJ45 Daisy Chain, Sub-D et bornier à vis, PROFINET, Profibus DP V1, EtherCAT et DeviceNet	
Terminal graphique intégré, DTM (Device Type Manager), logiciels SoMove, Simple Loader (en option) et Multiloader (en option)	
IEC 61800-5-1, IEC 61800-3 (environnements 1 et 2, catégorie C2), UL 508C, EN 954-1 catégorie 3, ISO/EN 13849-1/-2 catégorie 3 (PL <sub>e</sub> ), IEC 61508 (parties 1 et 2) niveau SIL 2, avant-projet de norme EN 50495E IEC 60721-3-3, classes 3C3 et 3S2	
CE, UL, CSA, RCM, EAC, ATEX	





ATV320U02M2C...U07M2C


ATV320U11M2C...U22M2C  
ATV320U04N4C...U15N4C

ATV320U22N4C...  
ATV320U40N4C


ATV320U55M3C



ATV320U07S6C



ATV320U15S6C

# Variateurs avec bloc contrôle Compact

Moteur		Réseau				Altivar Machine ATV320					
Puissance Indiquée sur plaque (1)		Courant de ligne maxi (2) (3)		Puissance apparente à U2	Icc ligne présumé maxi (4)	Courant de sortie maximal permanent (In) (1)	Courant transitoire maxi pendant 60 s	Puissance dissipée au courant de sortie maximal (In) (1)	Référence (1)	Masse	
		a U1	a U2								
KW	HP	A	A	KVA	kA	A	A			kg/ lb	
Tension d'alimentation monophasée : 200...240 V 50/60 Hz, avec filtre CEM intégré (3) (5) (6)											
0,18	0,25	3,4	2,8	0,7	1	1,5	2,3	21,7	ATV320U02M2C	0,800/ 1,278	
0,37	0,5	5,9	4,9	1,2	1	3,3	5	32,2	ATV320U04M2C	1,000/ 2,204	
0,55	0,75	7,9	6,6	1,6	1	3,7	5,6	41,7	ATV320U06M2C	1,100/ 2,425	
0,75	1	10	8,4	2	1	4,8	7,2	48,3	ATV320U07M2C		
1,1	1,5	13,8	11,6	2,8	1	6,9	10,4	65,6	ATV320U11M2C	1,600/ 3,527	
1,5	2	17,8	14,9	3,6	1	8	12	82,4	ATV320U15M2C		
2,2	3	24	20,2	4,8	1	11	16,5	109,6	ATV320U22M2C		
Tension d'alimentation triphasée : 200...240 V 50/60 Hz, sans filtre CEM intégré (3)											
0,18	0,25	2	1,7	0,7	5	1,5	2,3	21	ATV320U02M3C	0,800/ 1,278	
0,37	0,5	3,6	3	1,2	5	3,3	5	34	ATV320U04M3C	0,900/ 1,984	
0,55	0,75	4,9	4,2	1,7	5	3,7	5,6	40	ATV320U06M3C	1,000/ 2,204	
0,75	1	6,3	5,3	2,2	5	4,8	7,2	49	ATV320U07M3C		
1,1	1,5	8,6	7,2	3	5	6,9	10,4	66	ATV320U11M3C	1,400/ 3,080	
1,5	2	11,1	9,3	3,9	5	8	12	69	ATV320U15M3C		
2,2	3	14,9	12,5	5,2	5	11	16,5	92	ATV320U22M3C		
3	4	19	15,9	6,6	5	13,7	20,6	109	ATV320U30M3C	2,200/ 4,850	
4	5	23,8	19,9	8,3	5	17,5	26,3	141	ATV320U40M3C		
5,5	7,5	35,4	29,8	12,4	22	27,5	41,3	261	ATV320U55M3C	3,500/ 7,716	
7,5	10	45,3	38,2	15,9	22	33	49,5	324	ATV320U75M3C	3,600/ 7,937	
11	15	60,9	51,4	21,4	22	54	81	528	ATV320D11M3C	6,800/ 14,991	
15	20	79,7	67,1	27,9	22	66	99	545	ATV320D15M3C	6,900/ 15,212	
Tension d'alimentation triphasée : 380...500 V 50/60 Hz, avec filtre CEM intégré (3) (5) (6)											
0,37	0,5	2,1	1,6	1,4	5	1,5	2,3	28	ATV320U04N4C	1,200/ 2,640	
0,55	0,75	2,8	2,2	1,9	5	1,9	2,9	33	ATV320U06N4C		
0,75	1	3,6	2,8	2,4	5	2,3	3,5	38	ATV320U07N4C		
1,1	1,5	5	3,8	3,3	5	3	4,5	47	ATV320U11N4C	1,300/ 2,860	
1,5	2	6,4	4,9	4,2	5	4,1	6,2	61	ATV320U15N4C		
2,2	3	8,7	6,6	5,7	5	5,5	8,3	76	ATV320U22N4C	2,100/ 4,630	
3	4	11,1	8,4	7,3	5	7,1	10,7	94	ATV320U30N4C		
4	5	13,7	10,6	9,2	5	9,5	14,3	112	ATV320U40N4C	2,200/ 4,850	
Tension d'alimentation triphasée : 525...600 V 50/60 Hz, sans filtre CEM intégré (3) (7)											
0,75	1	1,5	1,4	1,5	5	1,7	2,6	31	ATV320U07S6C	1,300/ 2,860	
1,5	2	2,6	2,4	2,5	5	2,7	4,1	40	ATV320U15S6C		
2,2	3	3,7	3,2	3,4	5	3,9	5,9	50	ATV320U22S6C	2,000/ 4,409	
4	5	6,5	5,8	6,0	5	6,1	9,2	72	ATV320U40S6C	2,500/ 5,511	
5,5	7,5	8,4	7,5	7,8	22	9,0	13,5	114	ATV320U55S6C	3,500/ 7,716	
7,5	10	11,6	10,5	10,9	22	11,0	16,5	136	ATV320U75S6C		
11	15	15,8	14,1	14,7	22	17,0	25,5	197	ATV320D11S6C	6,500/ 14,330	
15	20	22,1	20,1	20,9	22	22,0	33,0	228	ATV320D15S6C		

(1) Ces valeurs sont données pour une fréquence de découpage nominale de 4 kHz, en utilisation en régime permanent. La fréquence de découpage est réglable de 2 à 16 kHz. Au-delà de 4 kHz, un déclassement doit être appliqué au courant nominal du variateur. Le courant nominal du moteur ne devra pas dépasser cette valeur (voir courbes de déclassement).

(2) Valeur typique pour un moteur 4 pôles et une fréquence de découpage maximale de 4 kHz, sans inductance de ligne pour Icc ligne présumé maxi (4).

(3) Tension d'alimentation nominale, mini U1, maxi U2 : 200 (U1)...240 V (U2), 380 (U1)...500 V (U2).

(4) Si Icc ligne supérieur aux valeurs du tableau, ajouter des inductances de ligne.

(5) Variateurs livrés avec filtre CEM intégré de catégorie C2. Ce filtre est déconnectable.

(6) Variateurs livrés avec platine CEM à monter par vos soins.

(7) Une inductance de ligne est obligatoire avec les variateurs ATV320...S6C. À commander séparément, voir page 28.



## 7.2 Le frein à poudre FAT 120



### Caractéristiques techniques

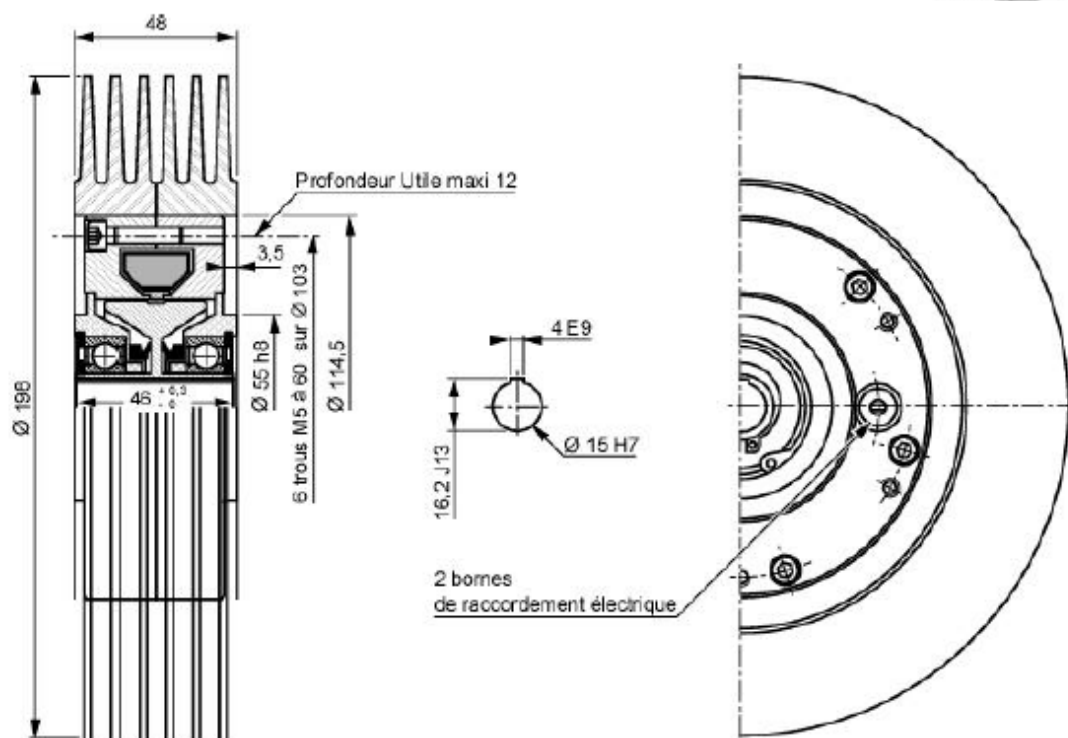
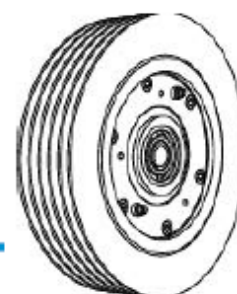
Couple nominal	(Nm)	12
Couple minimum	(Nm)	0,14
Résistance bobine à 20°C	(Ohms)	23
Intensité nominale DC	(A)	0,55
Inertie rotor	(kg.m <sup>2</sup> )	0,25.10 <sup>-3</sup>
Masse	(kg)	4,40
Puissance dissipée	(W)*	
en régime permanent sans ventilation		130
en régime permanent avec ventilation MEROBEL		650

\* La puissance dissipée est la puissance mécanique ( $P = \omega \cdot M$ ) maximale admissible.

### Frein

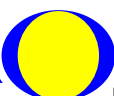
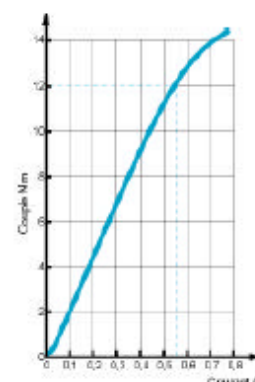
FRAT 120

ref : 321.400.00



### Utilisation

- La mise en place de l'appareil doit s'effectuer sans contrainte. L'appareil est graissé à vie et aucun lubrifiant interne ne doit être utilisé. Un léger dépôt de graisse anti-fretting sur l'arbre de sortie est conseillé.
- Alimentation de la bobine en courant continu basse tension. (voir documentation Electronique MEROBEL)
- L'appareil standard est conçu pour fonctionner à axe horizontal à une vitesse minimale de 80 tr/mn. La vitesse maximale étant de 3000 tr/mn (dans la limite de sa capacité de dissipation).
- Pour d'autres utilisations, consulter nos services techniques.
- En cours de fonctionnement normal, la température du frein peut s'élever jusqu'à 100°C sans aucun dommage.



## Sécurité

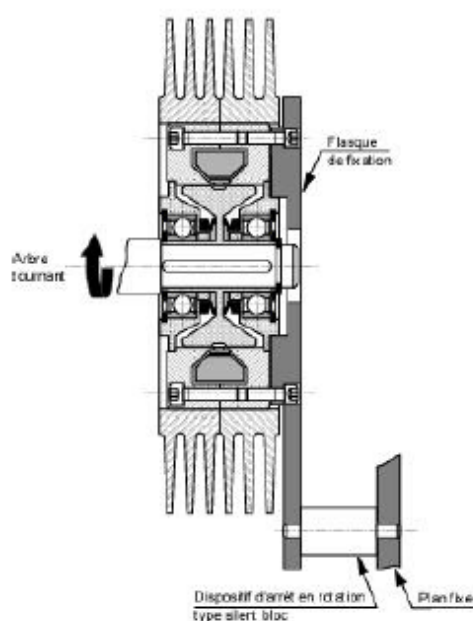
- Si le frein doit être utilisé dans une atmosphère poussiéreuse, humide, ou corrosive il doit être protégé.
- Pour éviter un échauffement anormal du frein, il est possible de le protéger par une sonde.

## SAV

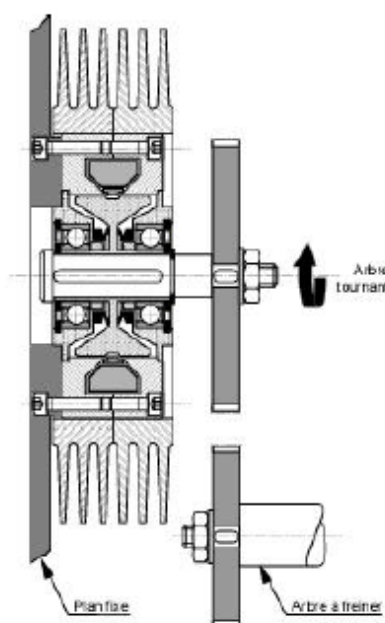
- Deux procédures sont proposées :
  - la prise en charge de la réparation sur devis par notre service spécialisé.  
 MEROBEL SAV  
 ZI BP 79  
 45210 Ferrières  
 Tél. : +33/(0)2 38 94 42 44  
 Fax : +33/(0)2 38 94 42 45
  - la fourniture de pièces détachées à définir suivant le niveau de la réparation.
    - Kit (poudre, roulements, joints, feutres) ref : 812.010.00
    - Bobine ref : 321.300.07
    - Rotor ref : 315.300.03
- Dans tous les cas, notre SAV reste à votre service pour assurer cette maintenance.

## Principes de montage proposés :

Montage en ligne

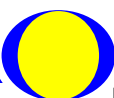


Montage parallèle



MEROBEL

Zone industrielle BP79 45210 Ferrières - FRANCE  
 Tel: +33/(0)2 38 94 42 44 - Fax: +33/(0)2 38 94 42 45  
 Internet: <http://www.merobel.com>



### 7.3 La carte électronique de commande du frein



#### Caractéristiques techniques :

Tension d'alimentation	[ V ]	24 AC / DC
Courant de sortie max.	[ A ]	2
Charge (résistive)	[ ohm ]	4 à 20
Puissance consommée max.	[ VA ]	70
Tension analogique de pilotage	[ V ]	0 à 10 DC
Température ambiante	[ ° C ]	+10 ... +40
Masse	g	170

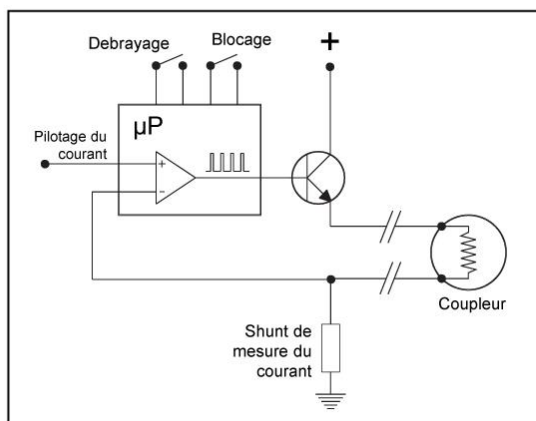
Alimentation  
de puissance

#### PowerBlock2

ME127441-00



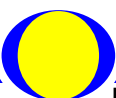
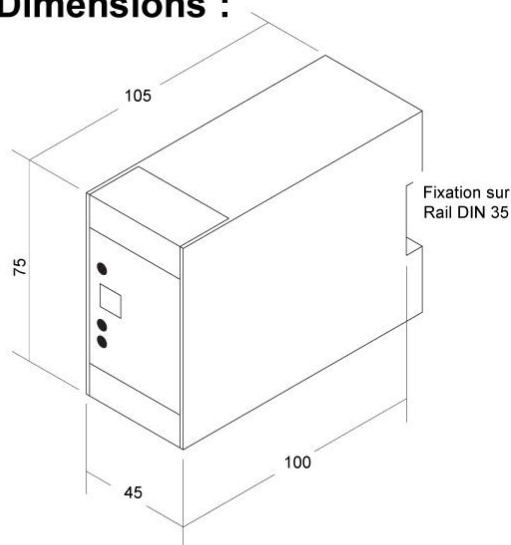
#### Schéma de principe :



#### Avantages :

- Alimentation de puissance contrôlée par microprocesseur :
  - ➔ Régulation précise du courant de sortie
  - ➔ Protection contre les transitoires (court-circuits et ouvertures)
  - ➔ Gestion des modes de fonctionnement
- Pilotable par entrée analogique 0 - 10 V ou par potentiomètre
- Mode débrayage et mode blocage par contacts extérieurs ou tension analogique avec indication par Leds en face avant
- Recopie de la valeur du courant de sortie sous forme d'une tension analogique proportionnelle
- Borniers embrochables
- Coffret compact avec fixation sur rail DIN intégrée
- Homologuée à la norme CE - CEM

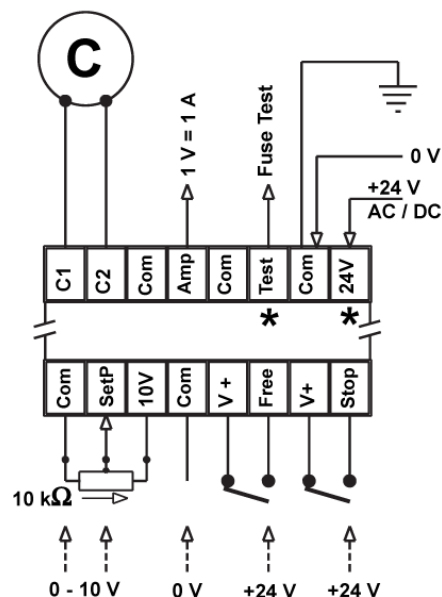
#### Dimensions :



## Raccordements électriques :

### Connexions

C1 / C2	Connexion Frein / Embrayage
Com	Masse (0 V)
Amp	Recopie de la valeur du courant délivré (1.00 A → 1.00 V)
Test	Test de continuité du fusible interne (hors tension, la mesure de 10 kΩ entre les 2 points (*) indique la continuité du fusible)
0 V	Point équipotentiel d'alimentation (Point qui doit être raccordé à la terre)
24 V	Alimentation : 24 V AC ou 24 V DC
SetP	Entrée de la consigne (0 → 10 V DC)
10V	Alimentation du potentiomètre de consigne (10 kΩ)
V+	Tension positive de pilotage des entrées logiques
Free	Entrée logique "Débrayage"
Stop	Entrée logique "Blocage"

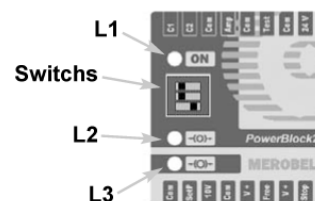


### Leds de face avant

L1	Indicateur de marche
L2	Fonction "Débrayage" activée
L3	Fonction "Blocage" activée

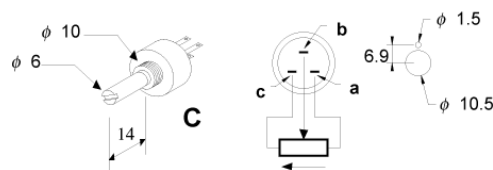
### Switchs

S1 S2 S3	Réglage du courant max. (de 0.25 à 2.00 A, pour une entrée de consigne = 10 V)
----------	---



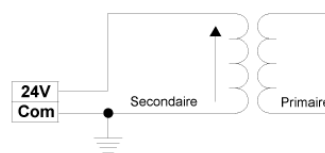
## Options :

Accessoires	Référence
Potentiomètre 10K	323 054 01



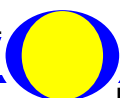
## Note :

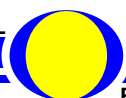
- Le point équipotentiel est disponible sur la borne "Com" de l'alimentation 24 V.
- dans le cas d'une connexion directe vers un transformateur, utiliser le schéma ci-contre:



Zone industrielle BP 79 45210 Ferrières - France  
Tel.: 02 38 94 42 44 Fax: 02 38 94 42 45  
www.merobel.com

FTC127441/00082004







Technic Parc de la Bastidonne  
Route CD2 – Camp Major  
13400 AUBAGNE

Tel : 04.91.80.00.48 - Fax : 04.91.80.01.84  
E-mail : [info@didastel.fr](mailto:info@didastel.fr) - <http://www.didastel.fr>

