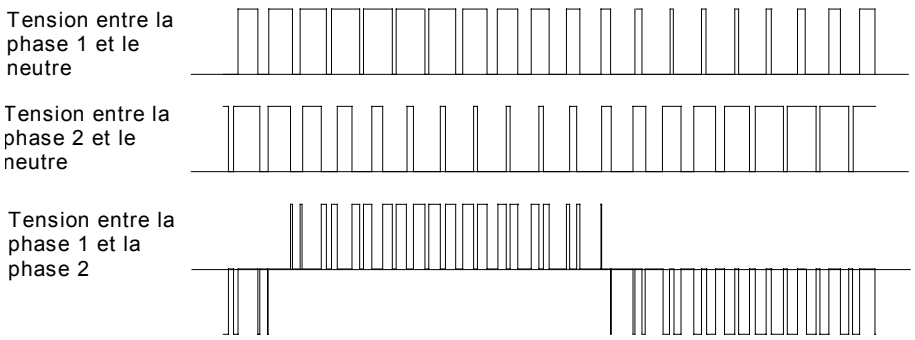
VARIATOR



GUIDE TECHNIQUE

SYSTEME DE VARIATION DE VITESSE EN LEVAGE ET/OU DIRECTION

VERLINDE LIFTING EQUIPMENT

Ce document donne les informations de base du Variator, leurs fonctions, caractéristiques et applications. Les informations de ce document sont plus ou moins qualitatives et donc ce document ne doit pas être utilisé comme instructions de conception.

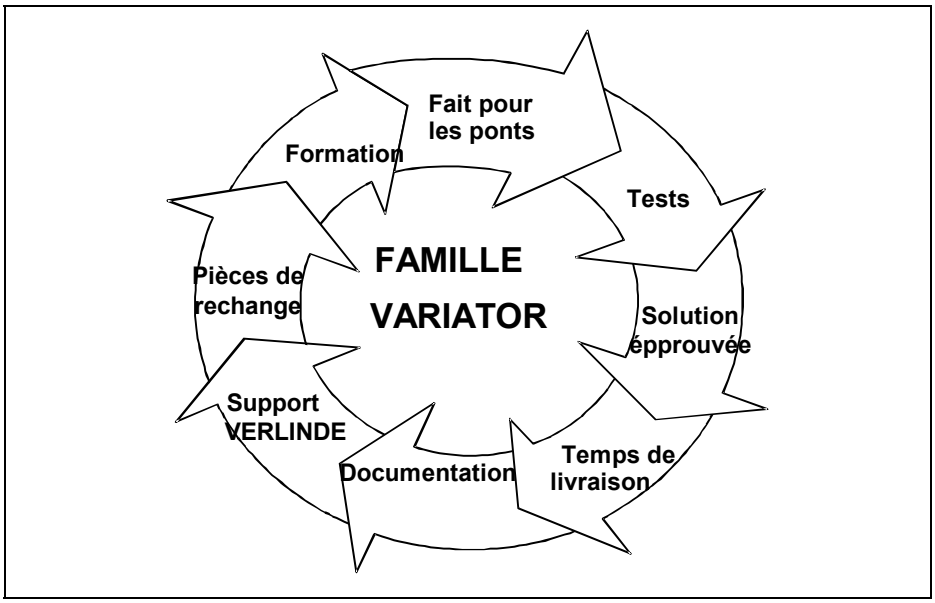
A) SOMMAIRE

A) SOMMAIRE 1
B) QU'EST-CE QUE LA FAMILLE VARIATOR 2
C) AVANTAGES DES VARIATOR 4
D) DESCRIPTION DES VARIATOR 5
1.1 DESCRIPTION DE BASE 5
1.2 PRINCIPAUX COMPOSANTS 7
1.3 ACCESSOIRES 11
F) TABLEAU DE BORD 11
G) CARACTERISTIQUES DE COMMANDE 12
3.1 METHODES DE COMMANDE (MODES DE COMMANDE) 12
3.2 CARACTERISTIQUES SUPPLEMENTAIRES 14
H) COMMANDE DU MOTEUR 15
4.1 CONTROLE VECTORIEL 15
4.1.1 CONTROLE VECTORIEL EN BOUCLE OUVERTE 16
4.1.2 CONTROLE VECTORIEL EN BOUCLE FERMEE 16
4.2 MODES DE COMMANDE DU MOTEUR 17
I) APPLICATIONS 18
5.1 LES VARIATOR AVEC UN PALAN A CABLE STANDARD 18
5.2 LES VARIATOR DANS UNE PAPETERIE 19
5.3 LES VARIATOR POUR UN PONT AUTOMATISE 20
J) TERMINOLOGIE DES VARIATOR 21

B) QU'EST-CE QUE LA FAMILLE VARIATOR

La famille Variator est le nom des produits de variation de fréquence développés et fabriqués par VERLINDE. Un Variator représente un système complet de commande pour un mouvement d'un pont roulant, permettant un fonctionnement dynamique et sûr. La famille Variator comprend le Variator T pour les applications en mouvements horizontaux, ainsi que le Variator L pour le levage. Leur construction robuste assure une bonne adaptation aux conditions difficiles d'utilisation. Ce document donne les informations de base des Variator, qui sont basés sur le variateur VERLINDE.

- **Plus qu'un produit**



- **Fait pour les ponts**

Les performances des ponts ont évolué avec le développement technologique des systèmes de contrôle de vitesse. VERLINDE a toujours été à l'avant garde dans l'introduction de nouvelles idées dans le fonctionnement d'un pont. La famille Variator vous décharge d'un fardeau en introduisant un système complet pour pont avec des performances qui donnent des caractéristiques uniques requises en terme de sécurité et d'efficacité pour la manutention de charges.

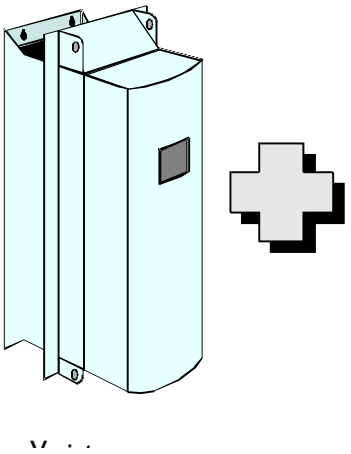
- **Solution éprouvée**

La famille Variator est plus que juste un produit. Un contrôle du moteur implique plusieurs détails avant que la grande fiabilité requise pour les ponts, très sollicités, soit atteinte. Le Variator est conçu pour tous les types de pont, standards ou spéciaux, et VERLINDE possède plusieurs applications en fonction. L'avantage en choisissant un Variator est de recevoir une solution testée et largement éprouvée, qui ne nécessite pas un groupe de techniciens/ingénieurs lors de l'installation pour découvrir de nouvelles applications - le Variator est une solution éprouvée. Dans la famille Variator de VERLINDE tout est compris et même le plus petit détail est pris en compte.

- **Support VERLINDE**

Le réseau de stations VERLINDE offre des services à l'écoute incluant le support technique, la formation, la maintenance et la modernisation. La famille Variator est un produit VERLINDE en constante évolution.

- **Tout est compris**

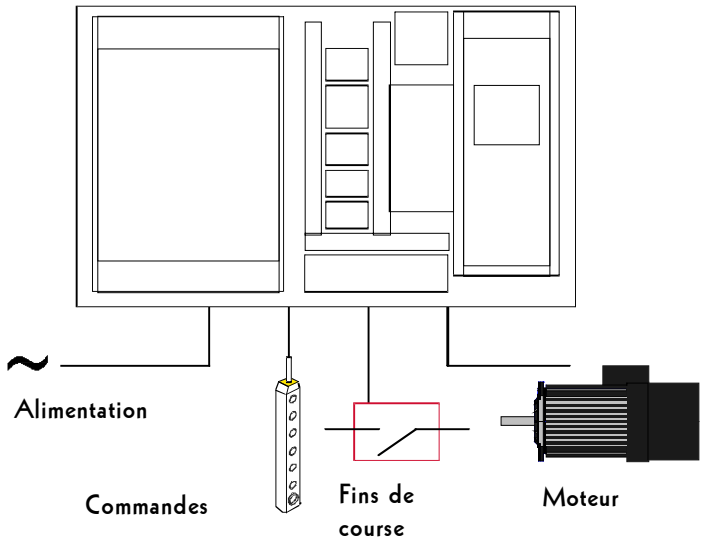


Logiciel pour pont
Interface pont + E/S supplémentaires
Supervision de la vitesse
Commande du frein
Transistor de freinage dimensionné pour les ponts
Résistances de freinage
Assemblage et coffret
Documentation du pont

- **Produit unique**

Les Variator ne peuvent pas être comparés à un variateur pour application standard. Il résulte, de l'expérience de VERLINDE et de son savoir faire, dans les applications de pont, combiné avec la dernière technologie en matière de variateur et des milliers d'heures de développement, un variateur spécial avec un logiciel spécial. Le résultat est tout simplement appelé un variateur pour pont avec un logiciel pour pont. L'excellente gestion du couple ainsi que le « dimensionnement » de l'alimentation et du circuit de freinage sont seulement quelques caractéristiques spécifiques. Après le rajout de tous les composants matériels, un produit unique est obtenu.

- **Facile à brancher**



- **Prêt à fonctionner**

L'interface utilisateur pour pont standard possède des emplacements préconçus pour toutes les fonctions typiques de contrôle du pont sur toute la gamme du produit pour faciliter l'installation. Les paramètres et caractéristiques ont été étudiés et testés avec tous les différents moteurs pour trouver les valeurs de réglage les plus appropriées et les plus fiables pour une mise en route rapide. La documentation du Variator comprend les instructions et sujets spécifiques à l'utilisation d'un pont.

C) AVANTAGES DES VARIATOR TA/VARIATOR LA

La commande de vitesse en continu a beaucoup d'avantages et offre beaucoup de nouvelles caractéristiques comparée à la commande mono- et bi-vitesse ainsi qu'aux systèmes de commande multi-pas (à pas multiples).

- **Facile à utiliser** — La commande de vitesse en continu assure une manutention de la charge facile, sûre et précise. Le Variator vous offre une vitesse minimum très petite pour une précision de positionnement améliorée. Pour les opérateurs les moins expérimentés les charges endommagées par manque d'expérience seront moins fréquentes du fait qu'ils peuvent ajuster la vitesse à leur connaissance.

- **Productivité accrue** — La commande de vitesse en continu offre des démarrages sans à-coups, des accélérations rapides et des arrêts doux pour une manutention de charge optimisée sans abîmer la charge. Un cycle réduit et une meilleure productivité peuvent être obtenus, lorsqu'une très petite vitesse d'approche et une très grande vitesse de croisière sont utilisées en même temps.

- **Faible coût d'entretien** — La commande de vitesse en continu permet d'utiliser le frein électrique lors des décélérations avant d'appliquer le frein mécanique. Dans la commande de vitesse en continu de la famille Variator, le freinage électrique est toujours utilisé. Le freinage électrique réduit l'usure du frein, car le frein mécanique est utilisé seulement comme frein de maintien (frein de « parking »).

- **Durée de vie plus longue** — La commande de vitesse en continu réduit les chocs mécaniques grâce aux démarrages progressifs et aux arrêts doux. La réduction du nombre et du niveau des chocs subis par les composants du pont et la structure autorise un fonctionnement plus long pour le pont.

Le contrôle en fréquence a beaucoup d'avantages et offre beaucoup de nouvelles caractéristiques comparé aux autres commandes de vitesse en continu.

- **Moteur à cage d'écureuil** — Le contrôle en fréquence - tel que le variateur basé sur le contrôle vectoriel - s'applique au moteur à cage d'écureuil, qui est bon marché, petit en taille et léger lorsqu'on le compare aux autres types de moteurs. Un moteur à cage d'écureuil assure une bonne adaptation aux conditions difficiles d'utilisation et sa construction simple et robuste ne nécessite qu'un entretien minimum régulier.

- **Pas de composant extérieur** — Le contrôle en fréquence ne requière pratiquement aucun composant extérieur pour la commande d'un moteur à cage d'écureuil. Les caractéristiques de commande en vitesse normale peuvent être obtenues sans aucun contacteur de rotor ou tachymètre.

- **Sélection des valeurs de sorties** — Le contrôle en fréquence offre la sélection de la tension moteur maximale et de la fréquence maximale, qui ne sont pas dépendantes de la tension et de la fréquence de l'alimentation. Cette faculté rend même possible d'utiliser des moteurs qui ont des caractéristiques différentes de l'alimentation principale.

- **Plage de commande de la vitesse** — Le contrôle en fréquence possède une large plage de commande de la vitesse et permet l'utilisation de faibles vitesses avec un temps de fonctionnement limité pour minimiser l'échauffement moteur.

- **Alimentation économique** — Le contrôle en fréquence offre un bon rendement et un bon coefficient de déplacement. Il permet aussi l'utilisation de composants d'alimentation plus petits grâce à un faible courant de démarrage, qui est proportionnel au couple d'accélération nécessaire.

Les VARIATOR ont beaucoup d'avantages et offrent beaucoup de nouvelles caractéristiques comparés aux autres variateurs qui pourraient être appliqués à un pont.

- **Variateur VERLINDE** — Les VARIATOR sont basés sur le variateur VERLINDE, un variateur spécial pour pont. Le matériel et le logiciel de ce variateur ont été spécialement conçus pour VERLINDE pour répondre aux spécifications des applications de ponts.

- **Interface utilisateur pour pont** — Les VARIATOR ont exactement la même interface avec des emplacements préconçus pour toutes les fonctions typiques du pont. La partie principale de cette interface est un bornier qui possède des sections séparées pour les signaux d'alimentation, de commande et de tension électronique.

- **Contacteur de ligne** — Le VARIATOR possède un contacteur de ligne. Le contacteur de ligne est dimensionné de façon à fonctionner comme isolateur principal en isolant le contrôle en fréquence de l'alimentation, si le variateur détecte un défaut.

- **Commande du frein** — Les VARIATOR ont le contacteur de frein et les composants nécessaires pour la commande du frein mécanique. Le redresseur double/simple alternance pour les freins à disque et/ou la connexion du frein à pédale sont fournis en fonction de la classe de puissance du contrôle en fréquence.

- **Frein électrique** — Les VARIATOR ont un transistor de freinage dimensionné pour toutes les applications de pont. La résistance de freinage est aussi incluse dans les VARIATOR.

- **Sélection de la tension de commande** — Les VARIATOR ont un transformateur pour la tension de commande. Ce transformateur interne offre une sortie 48 VAC qui est toujours utilisée pour le circuit d'arrêt extérieur et peut être utilisée pour tous les signaux de commande et de contrôle. La carte Entrées/Sorties permet aussi l'utilisation de signaux de commande en 48/115/230 VAC pour les autres circuits.

- **Méthodes de commande** — Les VARIATOR peuvent être commandés par potentiomètre à moteur électronique (boutons poussoir double enfoncement), par commande potentiomètrique (manipulateur analogique), par commande automatique (automate ou télécommande radio) et par commande multi-pas (boutons de 2 à 4 pas). Toutes ces méthodes sont disponibles sur chaque VARIATOR.

- **Fonctions fins de course** — Les VARIATOR possèdent des fonctions internes de fin de course de ralentissement et d'arrêt pour les deux sens de fonctionnement. Le fin de course de ralentissement peut être sélectionné pour limiter la vitesse proportionnellement au temps ou à la distance de déplacement jusqu'au fin de course d'arrêt.

- **Supervision de la vitesse** — Le VARIATOR L possède une unité de supervision de la vitesse, séparée du variateur et indépendante du logiciel. Ce circuit de sécurité est utilisé dans les applications de levage pour contrôler la vitesse du moteur. En cas de différence de vitesse, de survitesse ou de calage, il arrête le mouvement instantanément.

- **Protections** — Les VARIATOR ont une protection thermique du moteur, basée sur la mesure de la température du moteur par thermistances ou bilames placés dans le bobinage. Les protections incluses dans chaque VARIATOR se trouvent dans les données techniques.

- **Composants communs** — Les VARIATOR ont donc beaucoup de composants communs minimisant l'inventaire des pièces de rechange et simplifiant la maintenance.

D) DESCRIPTION DES VARIATOR

1. Description de base

- **Contrôle de la fréquence**
- **Variator T pour direction ou translation**
- **Variator L pour levage**

Les Variator sont des systèmes de commande complets, spécialement conçus par VERLINDE pour les ponts. Le Variator T est un système de contrôle de fréquence pour toutes sortes de mouvements horizontaux, alors que le Variator L est un système de contrôle de fréquence pour le levage, incluant la supervision de vitesse requise pour un levage en toute sécurité. Un contrôle de fréquence est un variateur basé sur un système de contrôle du moteur, qui commande la vitesse en changeant la tension et la fréquence d'un robuste moteur à cage d'écureuil. Ainsi une commande de vitesse en continue peut être réalisée. En plus du variateur, le contrôle de fréquence comprend tous les principaux composants et les caractéristiques nécessaires pour en faire un système de contrôle de moteur de pont complet.

- **Variateur VERLINDE**
- **Composants VERLINDE**
- **Logiciel VERLINDE**

Le variateur utilisé par les Variator est un variateur pour pont, conçu et réalisé spécialement pour VERLINDE. Les caractéristiques spécifiques au pont, propres aux composants du variateur et au logiciel spécial, ont été obtenues en combinant l'expérience de VERLINDE et son savoir-faire dans les applications de pont avec la toute dernière technologie. Le variateur VERLINDE utilise le calcul vectoriel pour un total de six différents modes de commande, avec ou sans retour d'information d'un codeur.

- **Modèles optimum**

Chaque Variator peut fonctionner en boucle ouverte ou boucle fermée. Le modèle optimum pour l'application peut être sélectionné entre la carte d'acquisition P (P-expansion), lorsque le retour de la vitesse n'est pas nécessaire, et la carte d'acquisition N (N-expansion), soit pour un retour de la vitesse soit pour plus de fonctions entrées et sorties.

- **Paramètres testés**

Les Variator possèdent les paramètres testés avec différents moteurs pour toutes les plages de puissance. C'est un avantage qui fait que chaque livraison de Variator est une solution éprouvée. Les paramètres moteurs, testés et pré-réglés, permettent une mise en route rapide lors de l'installation et aussi lors des modernisations.

- **Freinage électrique**

La méthode de freinage utilisée dans les Variator est celle du freinage électrique. Le circuit de freinage comprend un transistor de freinage et une résistance de freinage pour dissiper l'énergie du freinage. Le circuit de freinage est inclus dans tous les Variator.

- **Montage et coffret**

Les Variator suivent une implantation standard. Les coffrets, spécialement développés pour une utilisation sur les ponts, garantissent la bonne ventilation et une construction mécanique robuste et compacte.

2. Principaux composants

- **Variateur**

Les Variator sont basés sur le variateur VERLINDE qui prend en compte les caractéristiques du pont dans ses composants et son logiciel. Le circuit principal du variateur est dimensionné pour une alimentation de 380 v à 500 V pour 50/60 Hz et le circuit de freinage est toujours dimensionné pour les applications de levage. Le montage permet une ventilation naturelle pour le radiateur et les autres parties qui chauffent, lorsque l'assemblage est fait dans les coffrets spécialement développés pour les Variator. Ce type de construction et d'assemblage maintient une température dans le coffret plus faible et plus appropriée pour l'électronique. Le logiciel d'application dans le variateur s'occupe des fonctions typiques du pont en fonction des entrées, des sorties et du réglage des paramètres en temps réel multitâches.

Le variateur est basé sur un ASIC (Application Specific Integrated Circuit, Circuit Intégré pour Application Spécifique) hautement développé et un modèle de moteur auto-adaptatif. Au-dessus de tout cela se trouve l'algorithme de contrôle vectoriel pour le contrôle en boucle ouverte sans retour de codeur et pour le contrôle en boucle fermée avec retour de codeur. Le variateur possède six modes de commande du moteur :

- contrôle en fréquence, boucle ouverte ou fermée
- contrôle en vitesse, boucle ouverte ou fermée
- contrôle en couple, boucle ouverte ou fermée

- **Contacteur de ligne**

Le contacteur de ligne inclus dans les Variator est dimensionné pour fonctionner comme le principal isolateur du contrôle de fréquence. Le contacteur de ligne isole les Variator de l'alimentation, si le variateur détecte un défaut ou si la température interne des résistances de freinage est trop grande. Le circuit d'arrêt externe coupe immédiatement l'alimentation du contacteur de ligne sans tenir compte de la situation de fonctionnement. Un des avantages du contacteur de ligne est de pouvoir alimenter les contrôles de fréquence séparément lors de l'installation d'un pont.

- **Contacteur de frein**

Le contacteur de frein et les autres composants nécessaires sont inclus pour commander le frein mécanique. Le circuit de frein est protégé par un disjoncteur interne. En fonction de la classe de puissance du contrôleur de fréquence, le redresseur double/simple alternance pour frein à disque ou le branchement du frein à pédale ou les deux sont fournis. Le freinage et le contacteur de frein sont commandés par le variateur ; le frein est commandé fermé lorsque le fin de course d'arrêt est actionné ou en cas de défaut. Le circuit d'arrêt externe coupe l'alimentation du contacteur de frein immédiatement et, dans le Variator L, un défaut provenant de la supervision de vitesse entraîne la fermeture du frein.

- **Résistance de freinage**

Les Variator possèdent le transistor et la résistance de freinage pour le freinage électrique. Le transistor de freinage est toujours dimensionné pour une application en levage et donc toujours suffisamment puissant pour les applications de mouvements horizontaux. Cela simplifie les applications comme un écrêteur de freinage externe n'est pas nécessaire. La résistance de freinage standard incluse peut être interne ou externe en fonction de la puissance.

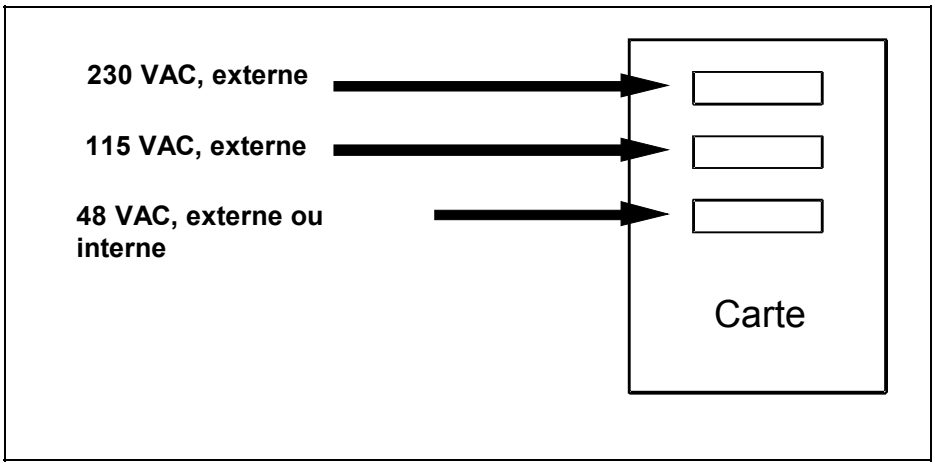
- **Tension de commande**

Le transformateur de tension de commande interne aux Variator possède des connexions au primaire pour une alimentation commune de 380 V à 500 V. Pour des raisons de sécurité, le transformateur est protégé par le même disjoncteur que le circuit de frein. Le transformateur fournit du 48 VAC en sortie, qui est toujours utilisé pour le circuit d'arrêt externe. Le même 48 VAC peut être utilisé pour tous les signaux de commande et contrôle en tant que tension interne de commande. Le transformateur possède aussi une sortie 230 VAC pour les ventilateurs de refroidissement dans le cas ou les résistances de freinage sont internes. Les 2 circuits secondaires sont protégés par fusible.

- **Carte E/S**

La carte Entrées/Sorties est commune à chaque Variator. Par opto-isolation, la carte adapte les signaux entrant de commande et de contrôle aux niveaux des signaux de l'interface du variateur. Dans l'environnement des ponts, un signal en tension de commande est plus fiable par rapport à une tension continue DC faible, sujette aux perturbations, qui est le niveau de signal habituellement utilisé pour l'entrée d'un variateur. La carte offre un choix entre les tensions de commande des ponts les plus courantes : 48 / 115 / 230 VAC. En plus, une sortie 48 VAC provenant du transformateur interne est disponible pour faire des Variator des ensembles complets et indépendants.

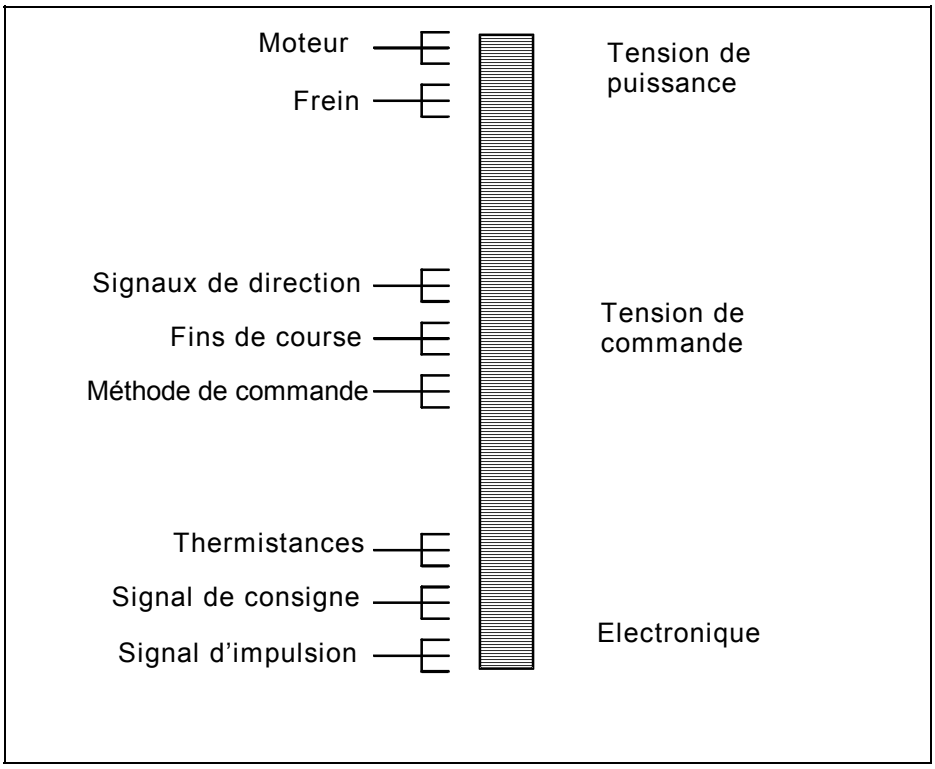
- **Sélection de la tension de commande**



- **Interface utilisateur spécifique au pont**

Les Variator ont exactement la même interface, qui est principalement constituée d'un bornier. Le bornier possède des emplacements préconçus pour toutes les entrées et sorties des ponts typiques, divisés en sections séparées pour les signaux d'alimentation, de commande et de niveaux de tension électronique. Ce qui signifie que le même signal peut être toujours trouvé à la même place . La standardisation ainsi effectuée permet une installation facile et rapide mais aussi elle est très utile pour le dépannage.

- **Emplacements préconçus pour toutes les fonctions du pont**



- **Unité de supervision de la vitesse pour Variator L**

La supervision de la vitesse de levage dans le Variator L est effectuée par détermination de la vitesse réelle du moteur en comptant les impulsions d'une roue dentée ou provenant d'un codeur situé sur l'arbre moteur. Cette fréquence d'impulsion est comparée à la fréquence de sortie du variateur. En conséquence, 3 types de fonctions de supervision de la vitesse sont disponibles :

- supervision de survitesse (Overspeed)
- supervision de calage (Stall)
- supervision de différence de vitesse (Speed difference)

- **Survitesse**
- **Calage**
- **Différence de vitesse**

Si la fréquence des impulsions excède la valeur pré-réglée (d'habitude 115-125 % de la vitesse nominale), une survitesse est détectée. L'unité de supervision de la vitesse possède un réglage séparé pour la vitesse étendue (Extended Speed Range, ESR). De la même façon, si l'écart de temps entre 2 impulsions est trop long, une situation de calage est détectée. La supervision de différence de vitesse arrête le mouvement si la vitesse réelle du moteur diffère trop de la fréquence de sortie du variateur.

- **Séparée du variateur**

L'unité de supervision de la vitesse est fait pour être séparée du variateur et indépendante du logiciel du variateur. Cela assure qu'aucune défaillance d'un seul composant n'est capable de provoquer une situation dangereuse.

3. Accessoires

- **Coffret pour utilisation sur pont**

VERLINDE a développé des coffrets spéciaux pour utilisation sur pont. Ces coffrets sont conçus pour avoir une hauteur minimale et une ventilation correcte. Chaque Variator possède son coffret pour une installation sans partie supplémentaire. Des Variator de petite puissance peuvent être installés dans des coffrets plus grand pour conserver une hauteur égale dans l'assemblage d'une rangée de coffrets.

E) TABLEAU DE BORD

- **Afficheurs interchangeables**

Les Variator TA et LA possèdent un tableau de bord numérique pour la programmation et le contrôle. Ce tableau de bord peut être soit avec DEL (Diodes électroluminescentes) soit graphique, avec un clavier et un afficheur. Les tableaux de bord sont amovibles et complètements interchangeables, et peuvent être utilisés pour tous les Variator TA et LA.

F) CARACTERISTIQUES DE COMMANDE

1. Méthodes de commande (modes de commande)

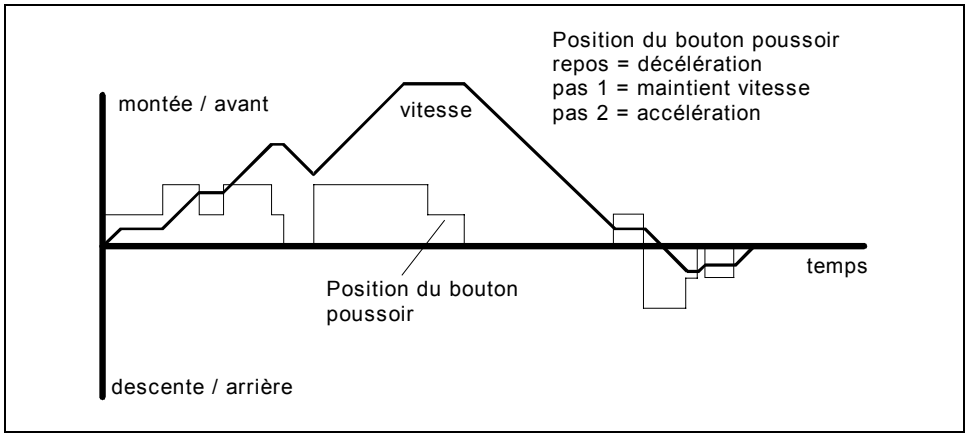
- **Quatre méthodes de commande (modes de commande)**

Les Variator ont 4 méthodes de commande (modes de commande) en standard. La sélection entre les méthodes de commande est faite par des signaux d'entrée électriques (sélection d'interrupteurs). Les Variator en eux même n'ont pas besoin de changement lorsqu'on sélectionne les différents modes. Cela signifie que chaque Variator peut être utilisé dans chacun de ces modes de commande. Les Variator sont ainsi facilement applicables aux ponts où plusieurs lieux pour la commande sont nécessaires, par exemple le mode EP avec une boîte à boutons pendante et le mode PO pour une commande en cabine.

- **Commande EP Potentiomètre à moteur Electronique**

La commande EP est développée pour effectuer une commande en continu avec boutons poussoir double enfoncement normaux. Le premier pas est la commande déterminant la direction. Le premier pas est aussi la commande, pour les Variator, de maintient de la vitesse pour conserver la vitesse actuelle. L'accélération est effectuée en fermant le second pas. En relâchant le bouton poussoir jusqu'au premier pas, l'accélération est interrompue et la commande de maintient de la vitesse enclenchée. Lorsque le bouton est relâché jusqu'à la position repos, la décélération commence jusqu'à l'arrêt. A tout moment, la décélération peut être interrompue en activant de nouveau le premier ou le second pas. Une illustration de la commande EP est donnée ci-dessous.

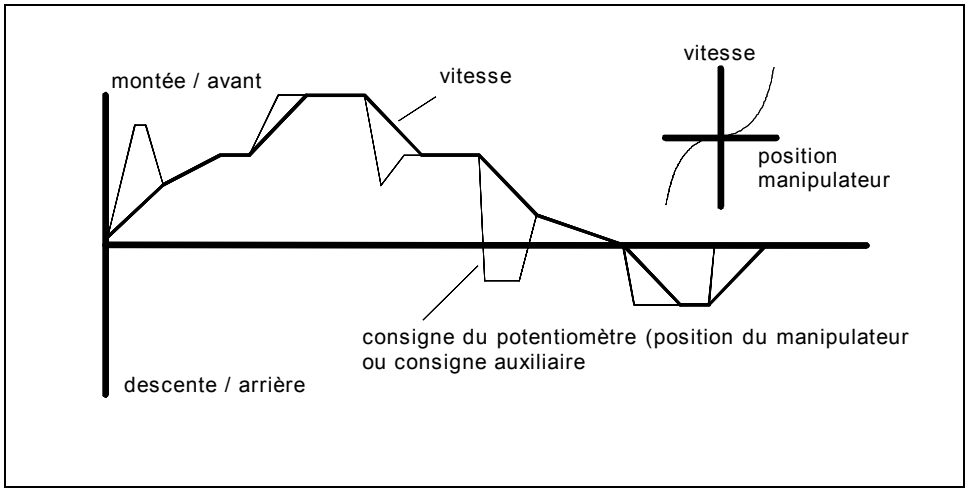
- **EP pour boutons poussoir double enfoncement**



- **Commande PO par potentiomètre**

La commande PO est conçue pour les manipulateurs (Joysticks) avec potentiomètre. La sortie du potentiomètre suit en continu l'angle du manipulateur et donne le signal de consigne au Variator. En standard, la commande PO des Variator est prévue pour le potentiomètre VERLINDE, qui ne nécessite ni alimentation ni amplificateur. De plus, le potentiomètre est conçu pour donner de petits changements du signal de consigne lorsqu'on fonctionne à faible vitesse. Avec cette conception, il est très facile de contrôler un positionnement minutieux de la charge.

- **PO pour manipulateur analogique**
- **AU pour commande radio ou automate**



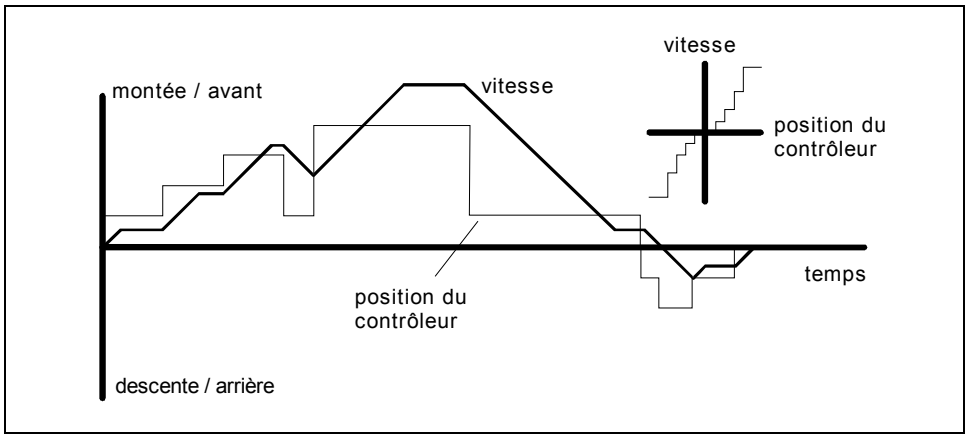
- **Commande AU pour automatisme**

Le mode AU est très proche du mode PO. Il est destiné aux applications d'automatisme et des télécommandes radio avec sorties analogiques. La seule différence par rapport au mode PO c'est que le signal de consigne est connecté au circuit d'entrée de consigne auxiliaire, dans les Variator, qui est pré-ajusté pour un signal standard 0...10 V. Il est ainsi possible d'utiliser le pont manuellement avec les commandes EP et PO lorsque le mode AU n'est pas sélectionné et ensuite de sélectionner le fonctionnement en automatique en tournant un bouton sélecteur (cette sélection peut être réalisée par un système automatique).

- **Commande MS - multi-pas**

La consigne de vitesse pour les Variator peut être donnée avec des signaux d'entrée numériques. En fonction de l'état de ces signaux, la consigne de vitesse est sélectionnée à partir de valeurs pré-réglées. Le mode MS offre une excellente maîtrise dans le fonctionnement, pourvu que les pas dans le système de commande soit bien distincts et reconnaissables. En configuration standard, il n'existe pas d'entrées assignées pour la commande MS. La commande MS peut être activée en sélectionnant les entrées nécessaires et en ajustant les paramètres correspondants. Bien que la commande MS demande plusieurs entrées de commande, toutes les autres méthodes de commande peuvent être utilisées avec le même Variator.

- **MS pour contrôleur 2-4 pas**



a. Caractéristiques supplémentaires

- **Fonction de fin de course**

Les Variator possèdent la fonction de fin de course à 2 seuils. Il existe des bornes d'entrées pour les signaux de fin de course de ralentissement et d'arrêt dans les deux directions. Avec la fonction de fin de course de ralentissement, la vitesse est limitée à une valeur réglable. Cette fonction supplémentaire de fin de course limite la vitesse en fonction de la position et permet un fonctionnement efficace du pont dans la zone de ralentissement.

- **Rampes intelligentes**

En plus du réglage standard des rampes d'accélération et de décélération, séparément, les Variator donnent la possibilité d'appliquer des rampes intelligentes dépendantes de la vitesse. Une faible rampe aux vitesses les plus petites et une rampe forte pour les grandes vitesses apporte une distance d'arrêt courte. Un second réglage de rampes est une spécialité de la commande AU, permettant des cycles rapides en automatique et un fonctionnement en douceur en manuel.

- **Vitesse étendue**

La vitesse étendue (Extended Speed Range, ESR) permet un fonctionnement à des vitesses supérieures à la vitesse nominale du moteur, avec des charges légères et lorsque le pont est mécaniquement conçu en conséquence. Cela est possible en augmentant la fréquence d'alimentation du moteur au-dessus de la fréquence nominale avec le principe de l'affaiblissement du champ. En même temps, le couple de sortie se réduit et la pleine charge ne peut pas être appliquée. Avec des faibles charges (normalement moins que 20 % de la charge nominale) il est possible de doubler la vitesse nominale. L'unité de supervision de la vitesse possède deux niveaux de fonctionnement réglables séparés, assurant une sécurité maximale - aussi bien avec les charges lourdes aux vitesses de fonctionnement normales qu'avec les vitesses ESR les plus hautes dans des conditions de faible charge. Dans la plupart des applications de mouvements horizontaux, sans tenir compte de la charge, un couple de freinage relativement élevé est requis et la possibilité d'utiliser l'ESR avec le Variator T doit être considérée au cas par cas.

- **Synchronisation**

Les Variator possèdent une entrée de signal de correction (signal KR, disponible avec la carte d'acquisition N), qui peut être utilisée dans les applications où la synchronisation de deux ou plus palans/ponts est nécessaire. Dans de tels cas, un appareil séparé de synchronisation est requis pour mesurer l'erreur de distance et pour former le signal de correction pour les Variator. Bien que le signal KR ne soit pas disponible avec la carte d'acquisition P, la fonction de synchronisation peut être activée par les paramètres et le signal de correction connecté à l'entrée AS. Notez que cette caractéristique de synchronisation n'est pas très souvent nécessaire, car des moteurs équivalents tournent par nature avec une bonne précision lorsqu'ils sont commandés par un signal de consigne commun et ont la même charge. Comme alternative, la synchronisation peut être faite dans la partie automatisme et en connectant un signal de consigne différent pour chaque Variator.

Cette possibilité doit être considérée au cas par cas

G) COMMANDE DU MOTEUR

- **Plage de commande en fréquence**

Bien que la plage de commande en fréquence des Variator soit de 0 à 120 Hz, la plage de commande de vitesse en pratique pour un moteur à cage d'écureuil normal n'est pas si large. Pour des raisons mécaniques, électromécaniques et économiques, les moteurs sont normalement conçus pour une fréquence nominale de 50/60 Hz. Ensuite, le couple nominal ne peut pas être atteint à des fréquences supérieures à 50/60 Hz. Aussi, très souvent, les mécanismes de la machine ont une limite spécifique en vitesse.

- **Carte d'acquisition en fonction de l'application**

Chaque Variator possède un logiciel pour la commande en boucle ouverte (sans retour de vitesse) ou fermée (avec retour de vitesse à partir d'un codeur monté directement sur l'arbre moteur). En fonction de l'application, les Variator offrent la configuration optimale pour les types de commande de moteur ci-dessus. La carte d'acquisition P pour boucle ouverte comprend toutes les fonctions de base et les connexions sans l'interface pour retour de codeur. La carte d'acquisition N comprend l'interface pour retour de codeur et aussi plus de fonctions d'entrée et de sortie. Si le critère de sélection est le supplément de fonctions d'entrée et de sortie, la carte d'acquisition N peut être aussi réglée pour fonctionner en boucle ouverte.

- **Supervision De La Vitesse**

Dans le Variator L, l'unité de supervision de la vitesse est toujours incluse pour contrôler la vitesse du moteur, sans tenir compte du type de commande du moteur.

1. Contrôle Vectoriel

- **Modèle de moteur auto-adaptatif**

Le modèle de moteur auto-adaptatif et l'ASIC (Application Specific Integrated Circuit, Circuit Intégré pour Application Spécifique) sont le coeur de la commande du moteur des Variator. Au sommet de ce coeur se trouvent les algorithmes de contrôle vectoriel aussi bien pour la commande en boucle ouverte, sans retour de vitesse, que pour la commande en boucle fermée, avec retour par codeur. La souplesse de ces deux méthodes de commande vectorielle fournit des solutions standard pour différents besoins : la commande en boucle ouverte est largement suffisante pour toutes applications de levage, de direction et de translation sans adjonction d'accessoires chers alors que la commande en boucle fermée est requise pour des applications où des très bonnes performances en dynamique, des vitesses élevées précises ou des vitesses très petites sont demandées.

- **Calcul vectoriel**

L'ASIC est un ensemble d'environ 16 000 portes logiques, effectuant plusieurs tâches pour des besoins en temps de réponse très courts. Comme l'ASIC commande l'ouverture des transistors IGBT (Insulated Gate Bi-polar Transistor, Transistor Bipolaire à Grille Isolée), il commande aussi la mesure du courant moteur pour éviter les transitoires provenants de la commutation des IGBT. Basé sur le courant mesuré et la tension moteur, la valeur instantanée exacte du flux moteur et du couple est calculée par le calcul vectoriel pour le modèle de moteur auto-adaptatif. Ce calcul est fait toutes les milli-secondes, et les résultats sont envoyés à la commande de vitesse du moteur, qui met en forme les valeurs de réglage pour l'ASIC.

- **Flux et couple**

Les algorithmes en commande vectorielle boucle ouverte et boucle fermée divisent le courant moteur en deux composantes : la composante magnétisante et la composante couple. En connaissant précisément ces deux composantes, il est possible de commander séparément la magnétisation et le couple, et de faire tourner le moteur de façon précise dans des conditions optimales, en produisant la bonne vitesse et le bon couple.

i. Contrôle vectoriel en boucle ouverte

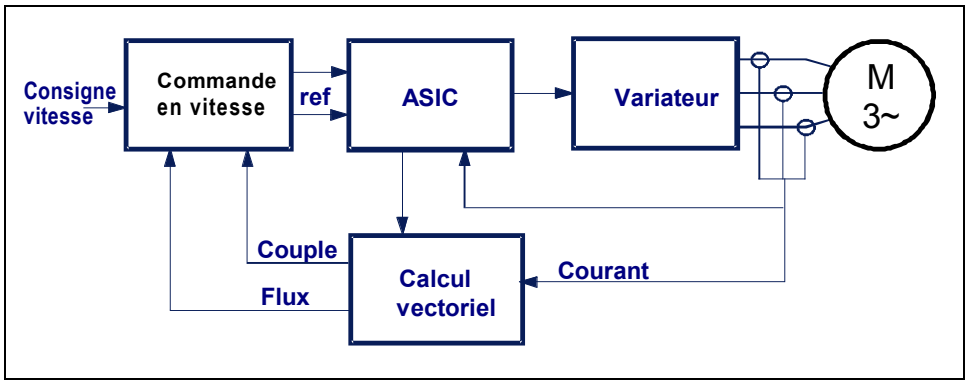
- **Sans retour de vitesse**

Les Variator ont un modèle de moteur incorporé, qui calcule - un millier de fois par seconde - les valeurs du moteur réel. Les données d'entrée requises pour le calcul sont la valeur instantanée de la tension moteur provenant de l'ASIC et le courant moteur mesuré. Le flux magnétique et le couple de l'arbre moteur sont calculés dans le modèle du moteur basé sur les donnée de la plaque signalétique du moteur.

- **Coordonnées du stator**

Le contrôle vectoriel en boucle ouverte utilise les coordonnées du flux statorique et ainsi est insensible aux changements de caractéristiques du moteur, tels que la température du rotor. En outre, moins il y a de valeurs d'entrée, plus facile est la routine de réglage.

- **Contrôle vectoriel en boucle ouverte**



ii. Contrôle vectoriel en boucle fermée

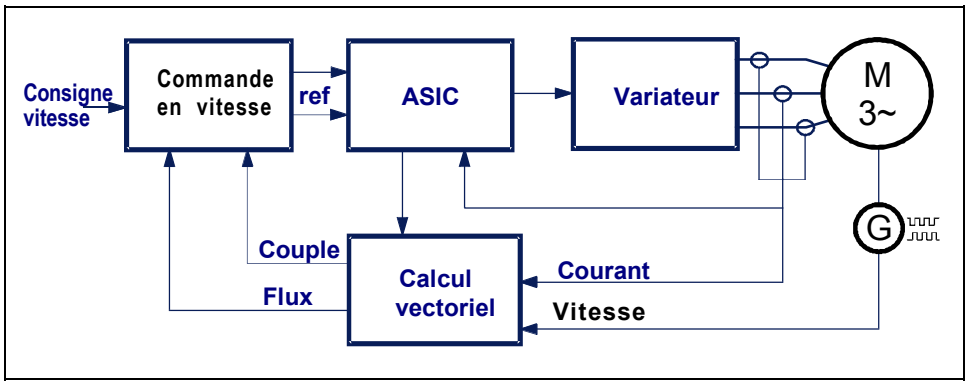
- **Avec retour de vitesse**

Le contrôle vectoriel en boucle fermée comprend aussi un modèle de moteur, qui possède même une configuration plus simple que le contrôle vectoriel en boucle ouverte. Car une donnée d'entrée supplémentaire, le signal provenant du codeur incrémental, est disponible. Cette mesure de la fonction du moteur réel est utilisée comme retour au calcul du modèle du moteur et autorise des possibilités pour des vérifications supplémentaires de la commande du moteur.

- **Coordonnées du rotor**

Contrairement à la boucle ouverte, le contrôle vectoriel en boucle fermée utilise les coordonnées du rotor. C'est le moyen le plus précis pour faire le calcul à partir du moment où la position réelle du rotor est connue tout le temps.

- **Contrôle vectoriel en boucle fermée**



2. Modes de commande du moteur

- **Flexibilité avec le contrôle vectoriel**

La commande du moteur dans les Variator est un système de contrôle vectoriel sans tenir compte de la façon dont la consigne est gérée. Avec les Variator, une grande flexibilité pour chaque application de pont est réalisée grâce à la possibilité de fonctionner avec une consigne de fréquence, avec une consigne de vitesse avec compensation du glissement et même avec une consigne de couple. Avec ces trois modes, la plupart des applications de pont peuvent être traitées sans retour de vitesse en utilisant la commande en boucle ouverte. Pour des performances ultimes, ces trois modes sont aussi disponibles avec la commande en boucle fermée. Des indications pour déterminer la meilleure commande quelle que soit l'application d'un pont sont données ci-dessous.

- **Consigne de fréquence**

Dans le mode de contrôle en fréquence la fréquence du moteur suit la le signal de consigne en fréquence. La vitesse de rotation réelle dépend de la charge et est égale au glissement en dessous ou au-dessus de la fréquence de sortie. Même avec le contrôle en fréquence, le calcul vectoriel est utilisé pour maintenir la magnétisation à un niveau correct.

Cette méthode convient le mieux à la commande en translation d'un pont dans les cas où les deux extrémités du pont sont commandées par des Variator T séparés et aussi pour toutes les applications où deux ou plus Variator T commandent le même mouvement avec plusieurs machines séparées, qui sont couplées ensemble mécaniquement.

- **Consigne de vitesse**

En mode contrôle en vitesse, la vitesse du moteur suit le signal de consigne en vitesse. Les Variator ajustent la fréquence moteur et avec cette fonction compense le glissement dépendant de la charge.

Cette méthode convient le mieux pour le levage comme pour la plupart des applications de translation et de direction. La compensation du glissement maintient la vitesse réelle du moteur constante et indépendante des conditions de charge. Avec le contrôle de la vitesse en boucle ouverte, la vitesse minimale applicable est à peu près égale au taux du glissement moteur pour le levage et à peu près à un tiers du taux de glissement moteur pour les mouvements horizontaux. Avec le contrôle en boucle fermée il est même possible d'atteindre la vitesse zéro avec un couple maxi. Dans les applications de translation, il faut noter que les extrémités du pont ne fonctionnent pas nécessairement à la même vitesse, à cause du déséquilibre en charge du pont ou de la qualité du chemin de roulement. Ainsi, il peut être nécessaire d'augmenter la vitesse minimale jusqu'au taux de glissement.

Pour la commande de translation d'un pont et dans les cas où les extrémités du pont sont commandées par des Variator T séparés, un contrôleur anti-décalage peut être utile - spécialement pour les ponts rapides et avec de longues portées - pour compenser les tolérances mécaniques et électriques qui, autrement, le feraient avancer en crabe.

- **Consigne de couple**

En mode contrôle en couple, le couple de l'arbre est maintenu égal au signal de consigne. La vitesse du moteur dépend beaucoup des conditions de charge - par exemple un moteur non chargé tournerait à pleine vitesse tout le temps. Pour des raisons de sécurité, la vitesse est limitée entre des vitesses minimum et maximum réglables.

Le contrôle du couple est utilisé seulement pour les applications spéciales telles que l'opération en tandem et le grappin mécanique.

H) APPLICATIONS

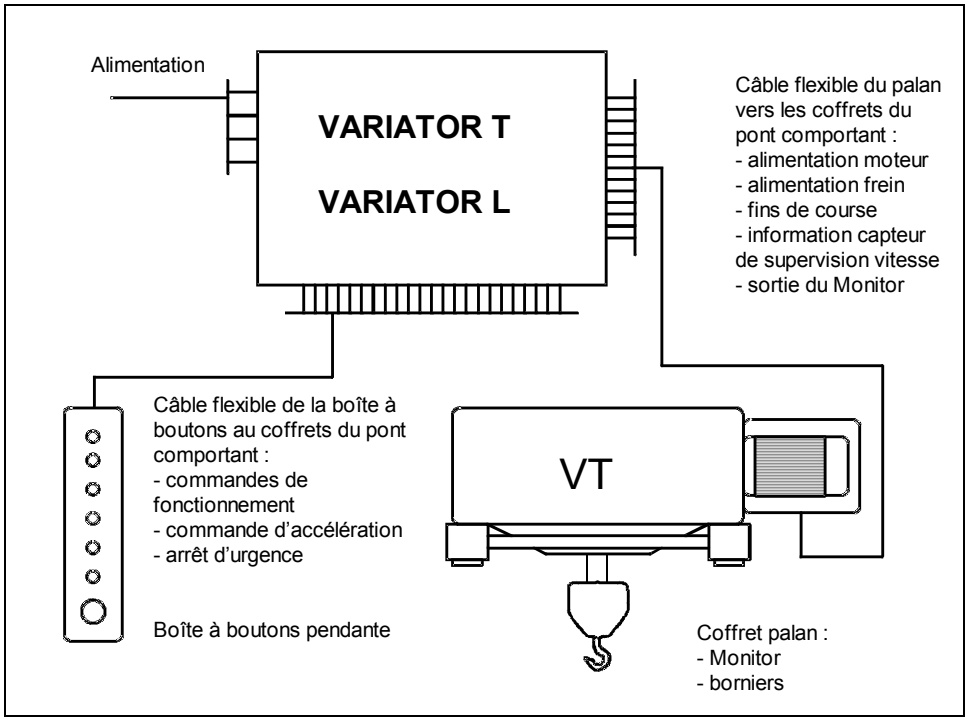
1. Les Variator avec un palan à câble standard

Le contrôle d'un pont avec palan est une application de base des Variator. Une configuration simplifiée du matériel nécessaire est donnée ci-dessous.

Les Variator sont localisés dans la rangée de coffrets du pont. Le câblage entre le palan et les Variator consiste en :

- une alimentation pour le moteur
- une alimentation pour le frein
- les câbles des fins de course
- le câble du système de supervision de la vitesse

- **Palan standard VT**



Ou

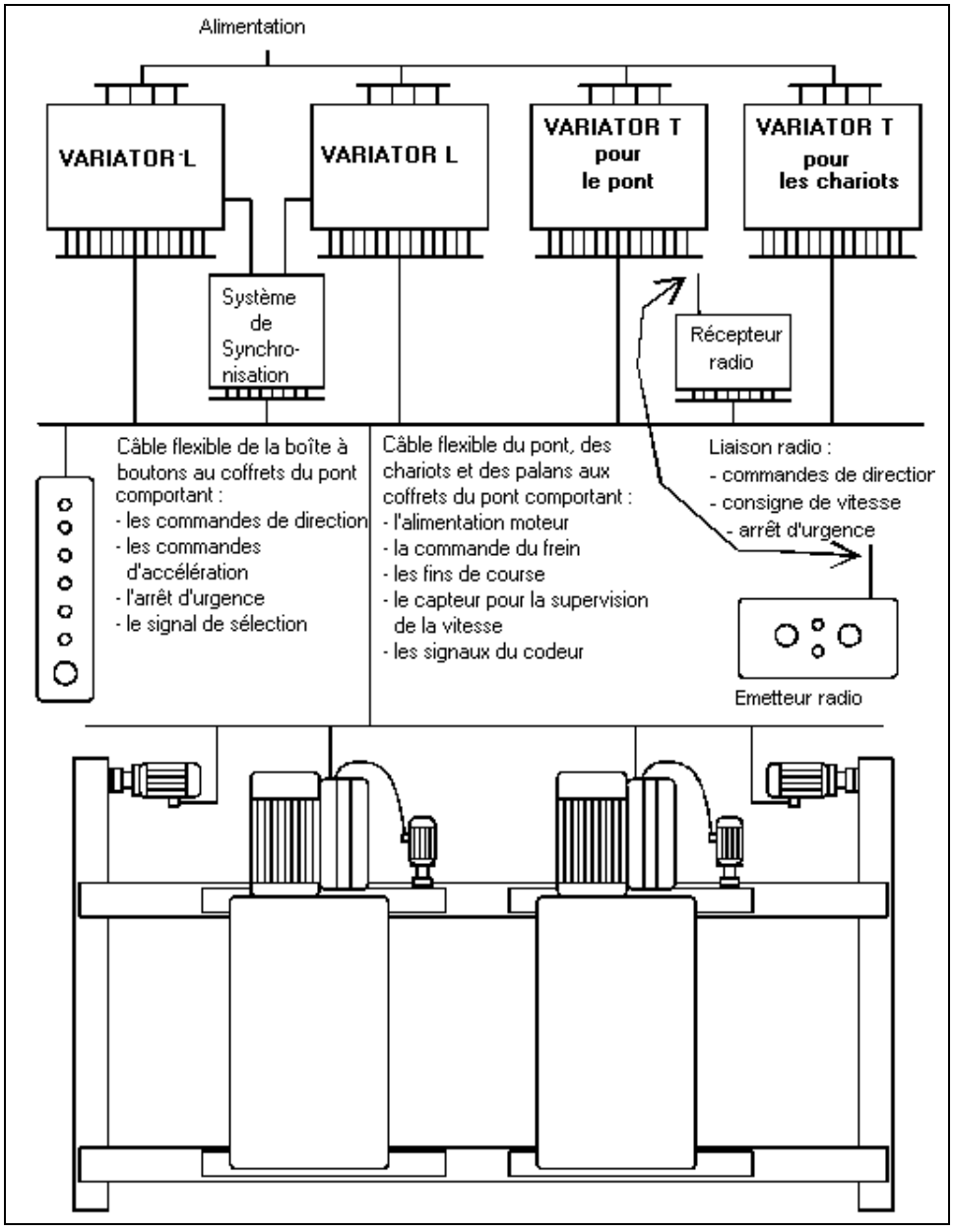
Système de variation embarqué sur le palan

2. Les Variator dans une papeterie

Dans cette application, il y a deux chariots pour deux palans, une synchronisation (qui n'est pas requise normalement), une boîte à bouton et une télécommande radio. Une configuration simplifiée du matériel nécessaire est donnée ci-dessous.

Les Variator sont placés dans la rangée de coffrets du pont. Le câblage entre les Variator et les palans comprennent, en plus du câblage de base, les signaux du codeur pour le système de synchronisation. Dans ce genre d'applications, la vitesse étendue (Extended Speed Range, ESR) est souvent utilisée.

- **Pont pour papeterie**



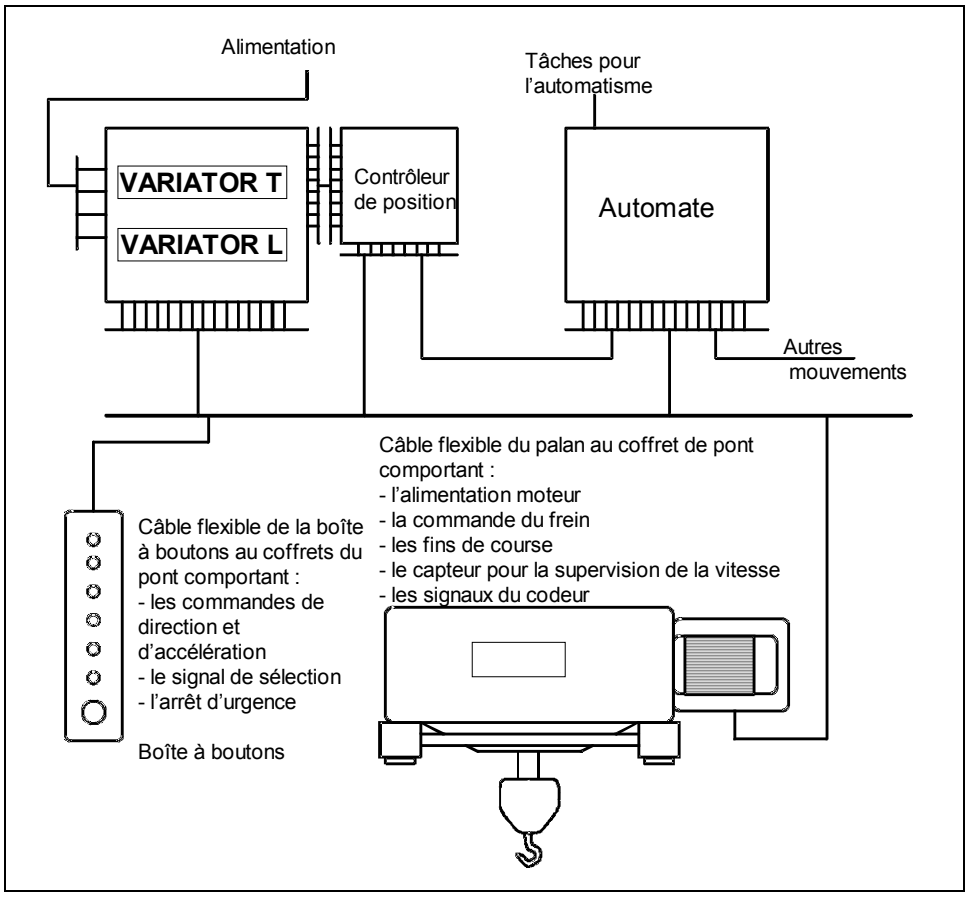
3. Les Variator pour un pont automatisé

Cet exemple montre comment les Variator peuvent être appliqués pour un pont automatisé. Une configuration simplifiée du matériel nécessaire est donnée ci-dessous.

Les Variator sont placés dans la rangée de coffrets du pont. Le bouton de sélection entre le mode manuel et automatique peut être placé dans la boîte à boutons. Lorsque le mode automatique est sélectionné, le pont ne répond plus aux commandes de la boîte à boutons et vice versa. La commande pour le mode automatique est connectée à l'entrée AS des Variator.

La productivité du pont peut être augmentée en utilisant la vitesse étendue (ESR). Avec des charges faibles, la vitesse de levage peut être doublée par rapport à la vitesse nominale.

- **Pont automatisé**



I) TERMINOLOGIE DES VARIATOR

- **Contrôle en fréquence**

Un système de contrôle en fréquence, ou en plus court, un contrôle en fréquence est un système complet de contrôle d'un mouvement d'un pont. En plus du variateur, il inclut plusieurs composants et fonctions :

- Le contacteur de ligne permet de déconnecter le variateur de l'alimentation en cas de défaut.
- Le contacteur de frein est nécessaire pour commander le frein électromécanique de la machine - avec la capacité de gérer aussi les situations d'urgence.
- La protection thermique est indispensable : les Variator donnent la plus fiable des protections en mesurant la température du moteur avec un relais thermique interne.
- Le circuit électrique de freinage est conçu et dimensionné pour les applications de ponts.
- Les fonctions de fins de course à double seuil permettent un fonctionnement en toute sécurité même si l'opérateur n'a pas remarqué les limites des zones de fonctionnement du pont.
- L'interface utilisateur est conçue pour les applications des ponts, incluant les fonctions nécessaires et le matériel adéquate pour les environnements sévères.
- La construction mécanique, incluant les considérations de ventilation et les protections contre l'environnement, est conçue pour les applications des ponts.
- Le Variator L inclut l'unité de supervision de la vitesse ; un capteur de vitesse est ajouté à la machine et la fonction de supervision est totalement indépendante du variateur avec une conception de sécurité positive (agit en cas de panne, « fail-to-safe design »).

- **Variateur**

Le variateur VERLINDE est une partie des Variator. Le circuit principal du variateur agit sur la tension de ligne de façon à ce que le moteur soit toujours alimenté avec une tension optimale. La commande électronique du variateur est divisible en trois parties fonctionnelles :

- Les composants électroniques de puissance du circuit principal sont commandés par le circuit de commande en puissance, qui aussi comprend les fonctions d'auto-protection pour le matériel lui même.
- L'électronique de commande du moteur est le coeur du système. Il reçoit les commandes de l'interface utilisateur et les données sur les conditions réelles de fonctionnement. Basé sur cette information, la commande du moteur détermine les bons signaux de consigne pour le circuit de commande en puissance.
- L'interface utilisateur, ou l'interface d'application, comprend un tableau de bord pour le contrôle du fonctionnement et les réglages et pour la gestion des signaux analogiques et numériques provenant de l'opérateur du pont ou des capteurs.

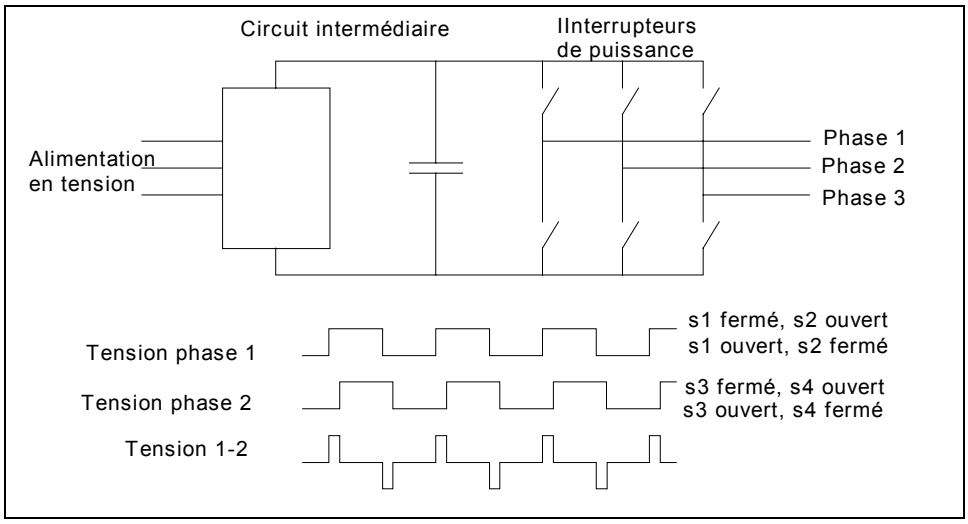
Notez que le matériel et le logiciel de commande de la plupart des variateurs à but général, qui sont des variateurs standard non conçus spécialement pour les ponts, ne répondent pas à tous les besoins des applications de pont sans modification.

- **Variateur à source de tension**

Un variateur à source de tension est un variateur qui forme sa sortie en fréquence et tension variable comme suit :

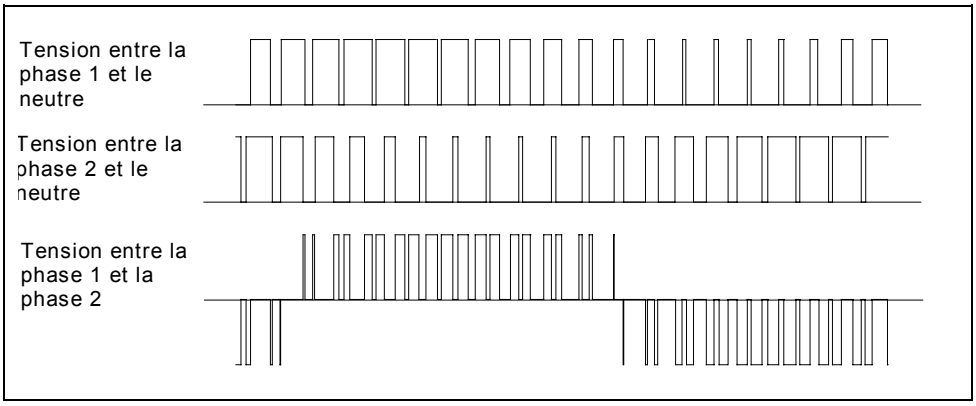
- La tension d'alimentation est redressée.
- La tension redressée, une tension continue DC, charge de gros condensateurs qui garde la tension constante.
- La tension de sortie est formée en commutant chaque phase de sortie du variateur entre les bornes DC positive et négative en fonction de l'échantillon provenant de la tension de sortie "moyennée sur une courte période".

Le variateur dans les Variator est un variateur à source de tension. Les autres sortes de variateur sont les variateurs à source de courant, les variateurs à source de tension variable et les convertisseurs cycliques. Un principe général du variateur à source de tension est donné ci-dessous :



- **Modulation de largeur d'impulsion**

La modulation de largeur d'impulsion (en anglais, Pulse Width Modulation ou PWM) est une méthode pour commander la commutation des interrupteurs de puissance de sortie du variateur de telle façon que la moyenne de la tension de sortie, sur une courte période, soit le plus comparable à une onde sinusoïdale. Cela est obtenu en faisant varier la largeur des impulsions de tension de sortie. Le résultat est une onde de courant efficace presque en forme de sinusoïde. Le terme "modulation" est utilisé car le rythme de commutation est déterminé en comparant un signal de modulation haute fréquence avec la tension de sortie "moyenne". Le principe de la modulation d'impulsion est donné ci-dessous :



- **Fréquence de commutation**

La fréquence de commutation indique combien de fois les interrupteurs de puissance (les transistors) du variateur changent d 'état. Plus la fréquence de commutation est grande, meilleure est la forme de l'onde de courant. D'un autre côté, une grande fréquence de commutation signifie de plus grandes pertes dans les composants de commutation. Ainsi, le choix de la fréquence de commutation est un compromis.

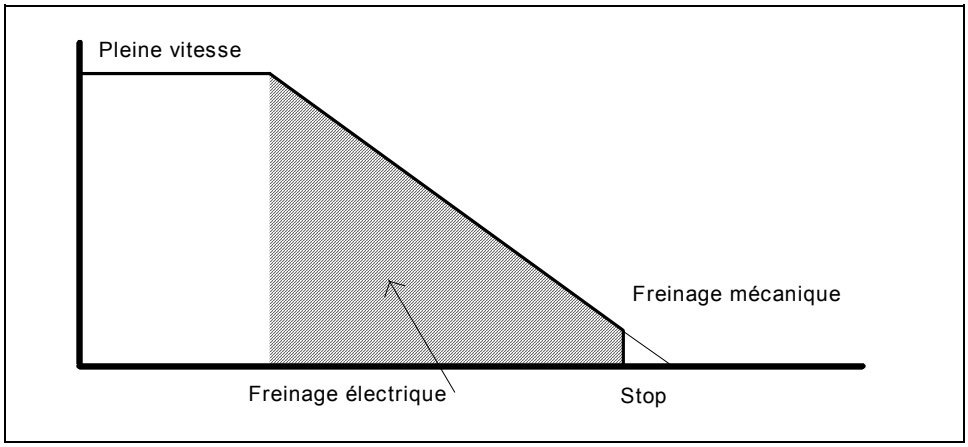
Pour les variateurs utilisant les transistors IGBT, la fréquence de commutation est typiquement de 2 kHz à 20 kHz. A cause des pertes de puissance dans les IGBT, les variateurs de faibles puissance utilisent les fréquences de commutation parmi les plus grandes alors que les variateurs de grande puissance utilisent les fréquences de commutation parmi les plus petites.

- **Le freinage électrique**

Le freinage électrique, aussi appelé freinage Dynamique, est une méthode de freinage dans laquelle l'énergie de freinage (énergie potentielle, cinétique et de rotation de la charge et de la machine) est convertie en énergie électrique par le fonctionnement du moteur en génératrice. Cela provoque une augmentation de la tension dans le circuit intermédiaire. La montée en tension pendant le freinage électrique est très rapide. Typiquement, la tension du bus DC monterait en quelques milli-secondes à un niveau très élevé si rien n'était fait avec l'énergie ainsi créée.

Le moyen le plus commun, appelé freinage par résistance, pour gérer l'énergie électrique générée est de la dissiper comme énergie thermique dans une résistance. Cela nécessite un transistor écrêteur spécial. Dans les variateurs d'usage commun, le « dimensionnement »du transistor écrêteur n'est pas suffisant pour la fonction des ponts ou il n'y a pas du tout de transistor écrêteur inclus. Dans les Variator, le transistor écrêteur pour la fonction pont est inclus en standard.

- **Freinage électrique dynamique**



- **Freinage par injection de courant continu DC**

Le freinage par injection de courant continu DC est une méthode de freinage dans laquelle un courant continu est appliqué au moteur pendant le freinage. L'avantage de cette méthode c'est qu'elle ne nécessite pas de circuit de puissance supplémentaire. D'un autre côté, parce que l'énergie est dissipée dans le moteur, le moteur s'échauffe beaucoup. Il est très difficile aussi de contrôler le couple de freinage particulièrement à haute vitesse. En fait le freinage par courant continu DC est une méthode de freinage par courant de Foucault, où le moteur est utilisé comme frein à courant de Foucault. Le freinage DC peut être seulement utilisé pour arrêter le mouvement ; après avoir appliqué le freinage DC le fonctionnement ne peut pas continuer sans passer par la position vitesse zéro. Cette méthode peut être utilisée aussi avec le freinage électrique.

Pour les Variator le freinage par courant continu DC est appliqué sur une courte durée lors de l'arrêt pour maintenir le couple moteur durant le retard à la fermeture du frein mécanique. Au démarrage, le freinage par courant continu est appliqué pour magnétiser le moteur et ainsi permettre une réponse rapide à la commande de démarrage.

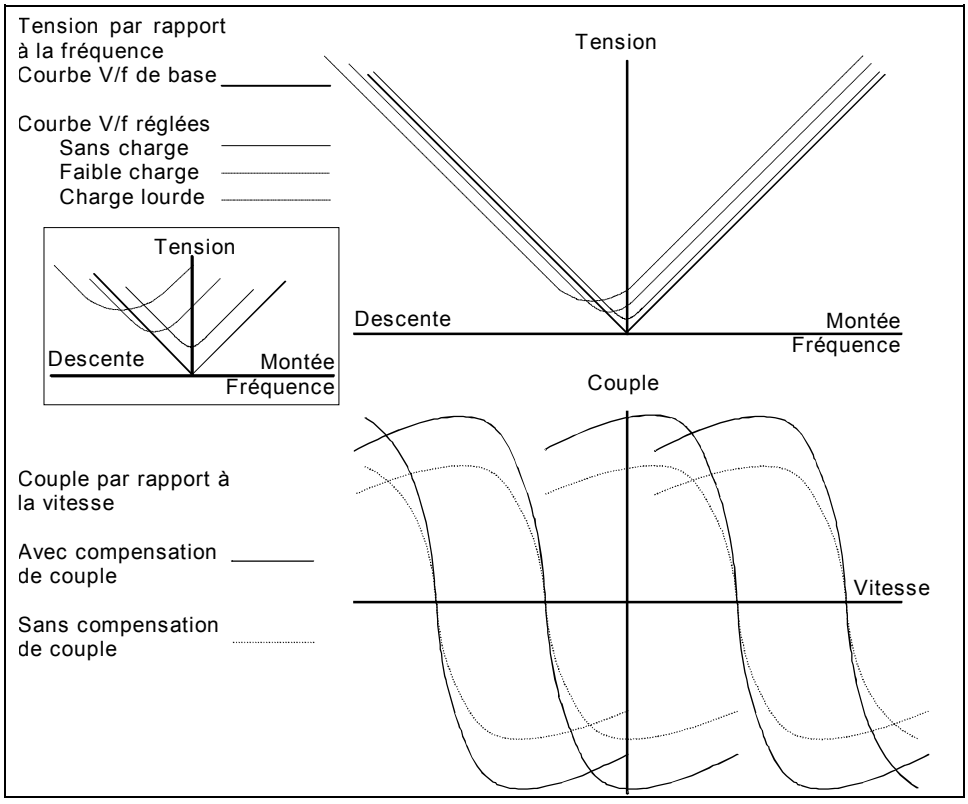
- **Compensation de**

La compensation de couple (renforcement automatique de la tension) est une méthode

couple

pour compenser l'effet des changements de charge lors du fonctionnement du variateur et du moteur. Le meilleur moyen de contrôler un moteur à induction serait de garder le flux magnétique du moteur constant. Parce que le flux ne peut être mesuré, il doit être estimé. La première estimation est de garder la tension et la fréquence du moteur linéairement proportionnelles. Bien que ce soit une bonne estimation et largement utilisée, elle échoue particulièrement dans la zone des basses fréquences. L'estimation peut être améliorée en modifiant l'amplitude de la tension en fonction du courant de sortie du variateur. L'inconvénient est de ne pas faire la différence entre le fonctionnement en moteur et en générateur. A cause de cela, le fonctionnement est pire lorsque le moteur est générateur

Dans les Variator le couple moteur est calculé précisément par les algorithmes du contrôle vectoriel. Ainsi, les Variator peuvent ajuster précisément leur tension de sortie pour garder une magnétisation correcte - entraînant des performances du moteur optimum aussi bien en fonctionnement moteur que générateur.



- **Protection calage**

Avec les commandes de moteur en démarrage direct, le terme calage a été appliqué pour les deux situations où soit le couple de démarrage moteur (couple rotor bloqué) n'est pas suffisant pour dépasser le couple de la charge, soit, pendant le fonctionnement, le couple de la charge dépasse le couple de sortie du moteur. Avec les commandes sur base variateur, le terme protection calage signifie plus une fonction pour éviter le dépassement de la capacité du variateur dû à l'augmentation de la charge du moteur. Le dépassement de la capacité du variateur provoquerait un décrochement du variateur et comme conséquence le moteur "calerait". Les situations de calage pour les commandes sur base variateur peuvent être divisées comme suit :

- Calage au démarrage : la charge est tellement lourde que le moteur ne réussit pas à tourner.
- Calage pendant l'accélération : le couple requis pour suivre l'accélération souhaitée est si haut que le courant du moteur dépasse les limites acceptables.
- Calage pendant le fonctionnement : lorsque le moteur tourne, la charge augmente tellement que le courant du moteur dépasse les limites acceptables.
- Calage pendant la décélération et le fonctionnement générateur : le couple de freinage est si haut que soit le courant du moteur dépasse les limites acceptables, soit la tension du circuit intermédiaire augmente trop.

Dans beaucoup d'applications, le calage peut être évité en modifiant la fréquence de sortie de façon adéquate. Par exemple, le calage pendant l'accélération peut être évité en réduisant le taux d'augmentation de la fréquence du moteur. Dans les applications des ponts, surtout en levage, avec un « dimensionnement » d'appareil propre, la fonction de prévention du calage n'est pas nécessaire. La protection a un effet seulement pour des défauts, comme pendant un blocage mécanique.

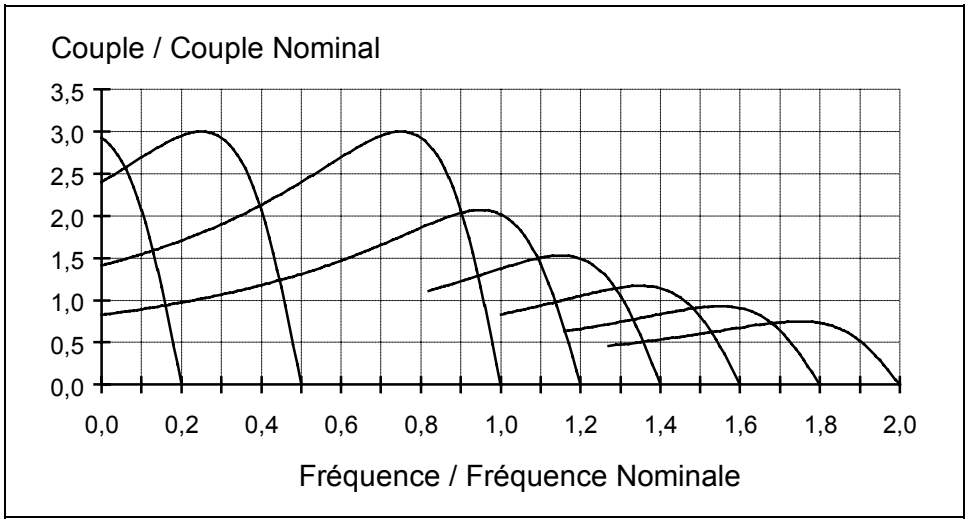
La protection calage dans les Variator couvre toutes les situations de calage sauf le calage pendant la décélération et le fonctionnement en générateur. Cette situation de calage ne pourrait être évitée qu'en augmentant le temps de décélération ou en laissant la vitesse augmenter, ce qui pourrait engendrer des situations dangereuses, c'est pour cela que la protection n'est pas disponible dans les Variator.

- **Affaiblissement du champ**

L'affaiblissement du champ permet le fonctionnement à des vitesses plus élevées que la normale. Un variateur peut commander un moteur à des fréquences plus élevées que la fréquence nominale. Comme la fréquence est augmentée, la tension moteur est maintenue à son niveau nominal et le couple maximum (le couple de sortie) est réduit à peu près proportionnellement à la quadrature de la fréquence. Par exemple, si la fréquence d'alimentation du moteur est deux fois celle nominale, le couple maximum est approximativement le quart du couple maximum obtenu à vitesse nominale. Cette brusque réduction du couple de sortie est l'élément clef lors du « dimensionnement » d'une application de pont avec affaiblissement du champ, car il doit être pris en compte une relative grande marge pour atteindre les temps de décélérations et les distances d'arrêt acceptables.

Dans les Variator, l'affaiblissement du champ avec des faibles charges est géré avec la vitesse étendue (Extended Speed Range, ESR).

- **Caractéristiques du couple moteur**



- **Température ambiante**

La température ambiante est la température à laquelle l'appareil "se sent" bien. Par exemple, lorsque les Variator sont installés dans un coffret, la température ambiante des VARIATOR est la température interne du coffret.

Les conditions ambiantes acceptées par les Variator sont spécifiées comme suit : si le facteur de marche est inférieur ou égal à 60 % ED - comme la plupart des ponts - la plage de température est -10...+55°C et l'humidité <95% RH. Si le facteur de marche est de 100% ED, la température maximum est de +40°C.

- **CEM**

L'abréviation "CEM" signifie Compatibilité Electro-Magnétique. En référence aux directives CEM, "l'appareil doit être construit pour que :

a) les perturbations électromagnétiques qu'il génère n'excèdent pas un niveau permettant aux autres appareils de fonctionner comme prévu
b) l'appareil ait un niveau adéquat d'immunité intrinsèque aux perturbations électromagnétiques de façon à fonctionner comme prévu."

On peut répondre aux exigences ci-dessus de la directive CEM en se conformant aux standards CEM appropriés. Les exigences CEM (aussi bien en ce qui concerne l'immunité que l'émission) pour les Variator se trouvent dans l'IEC 1800-3, qui est le standard des produits CEM pour "les systèmes à commande électrique de puissance avec vitesse variable". L'IEC 1800-3 est identique à l'EN 61800-3. Les standards CEM les plus communément utilisés comme référence sont l'EN 50081 (pour les limites d'émission), l'EN 50082 (pour les exigences d'immunité) et la série des IEC 1000. Ils sont les standards génériques à appliquer si aucun standard de produit d'application n'existe.

Tous les Variator remplissent les conditions d'immunité définis dans l'IEC 1800-3 (EN 61800-3), aussi bien pour "le premier environnement (maison)" que pour "le second environnement (industrie)". Comme l'EN 50082-1 et l'EN 50082-2 définissent des conditions équivalentes, ces conditions sont aussi remplies. Tous les Variator remplissent les conditions d'émission de l'EN 61800 -3 pour le second environnement. Pour le premier environnement, en fonction du courant de l'appareil, de plus petites limites d'émissions doivent être appliquées. Dans ces cas, l'utilisation des Variator doit s'accompagner d'accessoires spéciaux .