

# TC3001

Charges triphasées

Gradateur  
de puissance



**Manuel Utilisateur**



**EUROTHERM**



An Invensys company

---

# **Gradateurs de puissance à thyristors**

**série  
TC3001**

## **Contrôle de charge triphasée**

**Manuel  
Utilisateur**

© Copyright Eurotherm Automation 1995

Tous droits réservés. Toute reproduction ou transmission sous quelque forme ou quelque procédé que ce soit (électronique ou mécanique, photocopie et enregistrement compris) sans l'autorisation écrite d'EUROTHERM AUTOMATION est strictement interdite. Un effort particulier a été porté par EUROTHERM AUTOMATION pour assurer l'exactitude de cette spécification. Cependant, pour conserver notre avance technologique, nous nous consacrons en permanence à l'amélioration de nos produits, ce qui peut occasionner des modifications ou des omissions en ce qui concerne cette spécification. Nous ne serons pas tenus responsables pour les dommages matériels ou corporels, les pertes ou les frais éventuels y afférent.

# MANUEL UTILISATEUR TC3001

## SOMMAIRE

Page

### DIRECTIVES EUROPÉENNES APPLICABLES

Marquage CE et sécurité .....	vi
Déclaration CE de conformité .....	vi
Compatibilité Électromagnétique .....	vii
Application du manuel .....	viii
Précautions .....	viii
Alarme indépendante .....	viii

### Chapitre 1 IDENTIFICATION DU GRADATEUR

Présentation générale de la série TC3001 .....	1-2
Spécifications techniques .....	1-7
Codification .....	1-12
Étiquettes signalétiques .....	1-16

### Chapitre 2 INSTALLATION

Sécurité lors de l'installation .....	2-2
Dimensions .....	2-3
Détails d'installation .....	2-5

### Chapitre 3 CÂBLAGE

Sécurité lors du câblage .....	3-2
Câblage de puissance .....	3-3
Câblage côté réseau .....	3-3
Câblage côté charge .....	3-4
Détails de câblage .....	3-4
Schémas de branchement de puissance .....	3-5
Montage en étoile sans neutre et en triangle fermé .....	3-5
Montage en étoile avec neutre .....	3-6
Montage en triangle ouvert .....	3-7
Borniers utilisateurs .....	3-8
Présentation générale .....	3-8
Alimentation auxiliaire .....	3-10
Neutre de référence .....	3-11
Contacts d'alarmes .....	3-12
Câbles de commande .....	3-13
Fixation .....	3-13
Connexion du blindage à la masse .....	3-14
Borniers de commande .....	3-15
Présentation générale .....	3-16
Commande externe .....	3-17
Commande manuelle .....	3-17
Entrée / sortie auxiliaire .....	3-18
Limitation externe de courant .....	3-19
Acquittement d'alarmes .....	3-19
Signaux de retransmission .....	3-20

## Chapitre 4 CONFIGURATION

Sécurité lors de la configuration .....	4-2
Carte puissance .....	4-3
Sélection de la tension .....	4-5
Adaptation au type de branchement des charges .....	4-6
Résistance de neutre .....	4-7
Carte commande .....	4-8
Alimentation auxiliaire .....	4-10
Configuration de la consigne principale .....	4-11
Configuration de la grandeur de régulation .....	4-11
Configuration de l'entrée / sortie auxiliaire .....	4-12
Consigne de la limitation de courant .....	4-13
Détection de PLU et de sous-tension .....	4-13
Configuration des modes de conduction des thyristors .....	4-14
Type de montage et type de charge .....	4-15
Type des contacts des relais d'alarmes .....	4-15
Rampe initiale .....	4-16
Calibration/Fonctionnement .....	4-16

## Chapitre 5 FONCTIONNEMENT

Schéma-bloc .....	5-2
Modes de conduction des thyristors .....	5-5
Mode «Angle de phase» .....	5-5
Mode «Logique » .....	5-8
Mode «Train d'ondes » .....	5-11
Mode «Train d'angles de phase » .....	5-13
Fonctions des potentiomètres de réglage .....	5-14
Potentiomètre «Rampe PA/Retard TO» .....	5-16
Rampe de changement de consigne .....	5-17
Démarrage/arrêt progressifs .....	5-19
Angle de retard .....	5-22
Potentiomètre « Temps réponse » .....	5-23
Temps de réponse standard en « Angle de phase » .....	5-23
Nombre de périodes de conduction du train d'ondes élémentaire .....	5-24
Potentiomètre «Limit. de consigne» .....	5-25
Potentiomètre «Défaut de charge» .....	5-26
Potentiomètre «Limit. I <sup>2</sup> » .....	5-27
Fonctionnement de la limitation de courant .....	5-28
Fonctionnement de la régulation .....	5-29
Carré de courant .....	5-30
Carré de tension de charge .....	5-30
Puissance .....	5-30
Mesure externe .....	5-30

## Chapitre 6 MISE EN ROUTE

Sécurité de la procédure de mise en route .....	6-2
Vérification des caractéristiques .....	6-3
Courant charge .....	6-3
Type de montage des charges .....	6-3
Tension du réseau .....	6-4
Tension de l'alimentation auxiliaire .....	6-4
Signaux d'entrée .....	6-4
Boîte diagnostique .....	6-5
Calibration du gradateur .....	6-7
Calibration des courants phases .....	6-9
Calibration hors conduction .....	6-9
Calibration en conduction .....	6-9
Calibration de la tension de charge .....	6-10
Calibration hors conduction .....	6-10
Calibration en conduction .....	6-10
Calibration de la tension de ligne .....	6-10
Mise en route .....	6-11
Réglages préliminaires .....	6-11
Mise sous tension .....	6-12
Réglage du retard de l'amorçage sur charge inductive	
Modes Train d'ondes et Logique .....	6-13
Réglage de la détection de rupture partielle de charge .....	6-14

## Chapitre 7 MESSAGES DE L'AFFICHEUR

Généralités .....	7-2
Messages fixes .....	7-2
Messages clignotants .....	7-3
Détection de PLF .....	7-3
Erreur .....	7-3
Défauts .....	7-4
Défauts microprocesseur .....	7-4

## Chapitre 8 ALARMES

Stratégie d'alarmes .....	8-2
Relais d'alarmes .....	8-4
Alarmes graves .....	8-5
Absence des phases du réseau .....	8-5
Sous-tension .....	8-5
Surintensité .....	8-6
Erreur de fréquence .....	8-6
Rupture du Neutre .....	8-7
Court-circuit des thyristors .....	8-7
Rupture du signal de mesure externe .....	8-7
Alarmes bas niveau .....	8-8
Surtension .....	8-8
Première surintensité en Train d'ondes .....	8-8
Déséquilibre de la charge .....	8-9
Rupture partielle de charge (PLF) .....	8-10
Sensibilité de la détection du PLF .....	8-11
Gestion des alarmes .....	8-14
Acquittement des alarmes .....	8-16

## Chapitre 9 MAINTENANCE

Protection des thyristors .....	9-2
Fusibles .....	9-2
Fusibles de protection des thyristors .....	9-2
Micro-contact de fusion fusible .....	9-4
Raccordement de la tension auxiliaire .....	9-5
Fusible de protection du neutre .....	9-5
Entretien .....	9-6
Outils .....	9-7

<b>Eurotherm Automation S.A. Service régionale .....</b>	<b>9-8</b>
--	------------



## DIRECTIVES EUROPÉENNES APPLICABLES

### MARQUAGE (E) ET SÉCURITÉ

Les produits **TC3001** portent le Marquage CE sur la base du respect des exigences essentielles de la Directive Européenne Basse Tension 73/23 CEE du 19/02/73 (modifiée par la Directive 93/68 CEE du 22/07/93).

En matière de sécurité, les produits **TC3001** installés et utilisés conformément à ce manuel utilisateur satisfont par leurs dispositions constructives aux exigences essentielles de la Directive Européenne Basse Tension.

### DÉCLARATION (E) DE CONFORMITÉ

#### Disponibilité

Une Déclaration CE de conformité est à votre disposition sur simple demande.

#### Validation par organisme compétent

Eurotherm Automation a validé la conformité des produits **TC3001** à la Directive Européennes Basse Tension et aux normes d'essais CEM (voir page suivante) par des dispositions constructives et des essais en laboratoire.

Les contrôles effectués sur les produits **TC3001** font l'objet d'un Dossier Technique de Construction validé par le **LCIE** (Laboratoire Central des Industries Électriques), Organisme Notifié et Compétent.

# COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM)

Pour un environnement industriel, à l'exclusion des environnements de type résidentiel

Eurotherm Automation S.A. atteste que les produits **TC3001**, installés et utilisés conformément à son manuel utilisateur, ont été déclarés **conformes** aux normes d'essais CEM suivantes et permettent au système qui les comporte d'être déclaré conforme à la Directive CEM pour ce qui concerne les produits **TC3001**.

## Normes d'essais CEM

Essais		Normes d'essais CEM
Immunité	Décharges électrostatiques	EN 61000-4-2 (06/1995)
	Transitoires rapides en salve	EN 61000-4-4 (01/1995)
	Champs électromagnétiques à la fréquence radioélectrique	prEN 61000-4-3 (1984)
Émission	Rayonnée	EN 55011 (1991) Niveau EN 50081-2 Classe A
	Conduite	EN 55011 (1991)
	Le choix de la norme applicable pour l'Émission <b>Conduite</b> dépend de l'application: <ul style="list-style-type: none"><li>• EN 50081-2 :<ul style="list-style-type: none"><li>- Jusqu'à 150 A nominal : sans filtre externe en mode Train d'ondes et pour une charge résistive</li><li>- Avec un filtre série externe pour d'autres applications.</li></ul></li><li>• IEC 1800-3 (pr EN 61800-3 1996) : Sans filtre externe. S'entend pour le deuxième environnement.</li></ul>	

## Filtres triphasés séries

Pour réduire les émissions conduites liées aux certaines applications des unités à thyristors, Eurotherm Automation peut fournir des filtres externes.

Courant nominal du TC3001	Code de commande du filtre triphasé
25 A à 60 A 75 A et 100 A	FILTER/TRI/63A/00 FILTER/TRI/100A/00

Pour les produits 150 A à 500 A nominal contacter votre Agence Eurotherm Automation.

## Guide CEM

Afin de vous aider à gérer au mieux les effets des perturbations électromagnétiques dépendant de l'installation du produit, Eurotherm Automation met à votre disposition le **Guide d'installation «Compatibilité électromagnétique»** (réf. HA174705 FRA). Ce Guide rappelle les règles de l'art généralement applicables en matière de CEM.

## APPLICATION DU MANUEL

Le présent **Manuel Utilisateur TC3001 (réf. HA 174833 FRA)** correspond aux unités de puissance de la série TC3001 fabriquées à partir du mois de **décembre 1995**.

Le Manuel Utilisateur TC3001 réf. HA172630 est valable pour les unités fabriquées **avant** cette date.

## PRÉCAUTIONS

Des précautions importantes et des informations spécifiques sont marquées dans le texte du manuel par deux symboles :



**DANGER**

Ce symbole signifie que le non respect de l'information peut conduire à des **conséquences graves** pour la sécurité du **personnel**, voire même **l'électrocution**.



**ATTENTION**

Ce symbole signifie que le non respect de l'information peut conduire

- à des **conséquences graves** pour **l'installation** ou
- au fonctionnement **incorrect** de l'unité de puissance.

Ces symboles doivent attirer l'attention sur des points particuliers. L'intégralité du manuel demeure applicable.

## PERSONNEL

L'installation, la configuration, la mise en route et la maintenance de l'unité de puissance doivent être assurées uniquement par une personne **qualifiée et habilitée** à effectuer des travaux dans l'environnement électrique basse tension en milieu industriel.

## ALARME INDÉPENDANTE

Il est de la responsabilité de l'utilisateur et il est fortement recommandé, compte tenu de la valeur des équipements contrôlés par les produits TC3001, d'installer des dispositifs de sécurité indépendants. Cette alarme doit être contrôlée régulièrement. Eurotherm Automation S.A. peut fournir des équipements appropriés.

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Pour tout renseignement complémentaire et en cas de doute veuillez prendre contact avec votre Agence Eurotherm où des techniciens sont à votre disposition pour vous conseiller et éventuellement vous assister lors de la mise en route de votre installation.

---

# Chapitre 1

## IDENTIFICATION DES GRADATEURS

Sommaire	page
Présentation générale de la série TC3001 .....	1-2
Spécifications techniques .....	1-7
Codification .....	1-12
Codification simplifiée ou complète .....	1-14
Exemple de codification .....	1-15
Paramètres du gradateur et de l'installation .....	1-15
Codification .....	1-15
Étiquettes signalétiques .....	1-16

# Chapitre 1 IDENTIFICATION DES GRADATEURS

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA SÉRIE TC3001

Les gradateurs de la série **TC3001** sont des appareils à thyristors destinés au **contrôle de la puissance électrique** sur **tous** types de charges **triphasées industrielles**.

La série **TC3001** est conçue pour le contrôle des charges :

- inductives (inducteurs ou primaires de transformateurs),
- résistives (à faible ou à fort coefficient de température),
- composées par des éléments infra- rouges courts.

Les charges triphasées peuvent être connectées

- en étoile avec neutre
- en étoile sans neutre
- en triangle fermé
- en triangle ouvert.

Les gradateurs **TC3001** contrôlent des courants allant de **25 A à 500 A**.

La tension nominale entre phases pouvant aller de **100 V à 690 V**.

Le branchement du gradateur est **insensible** à l'ordre de rotation des phases du réseau.

Un gradateur de la série TC3001 se compose de **3 voies** comportant chacune une paire de thyristors montés en anti-parallèle.

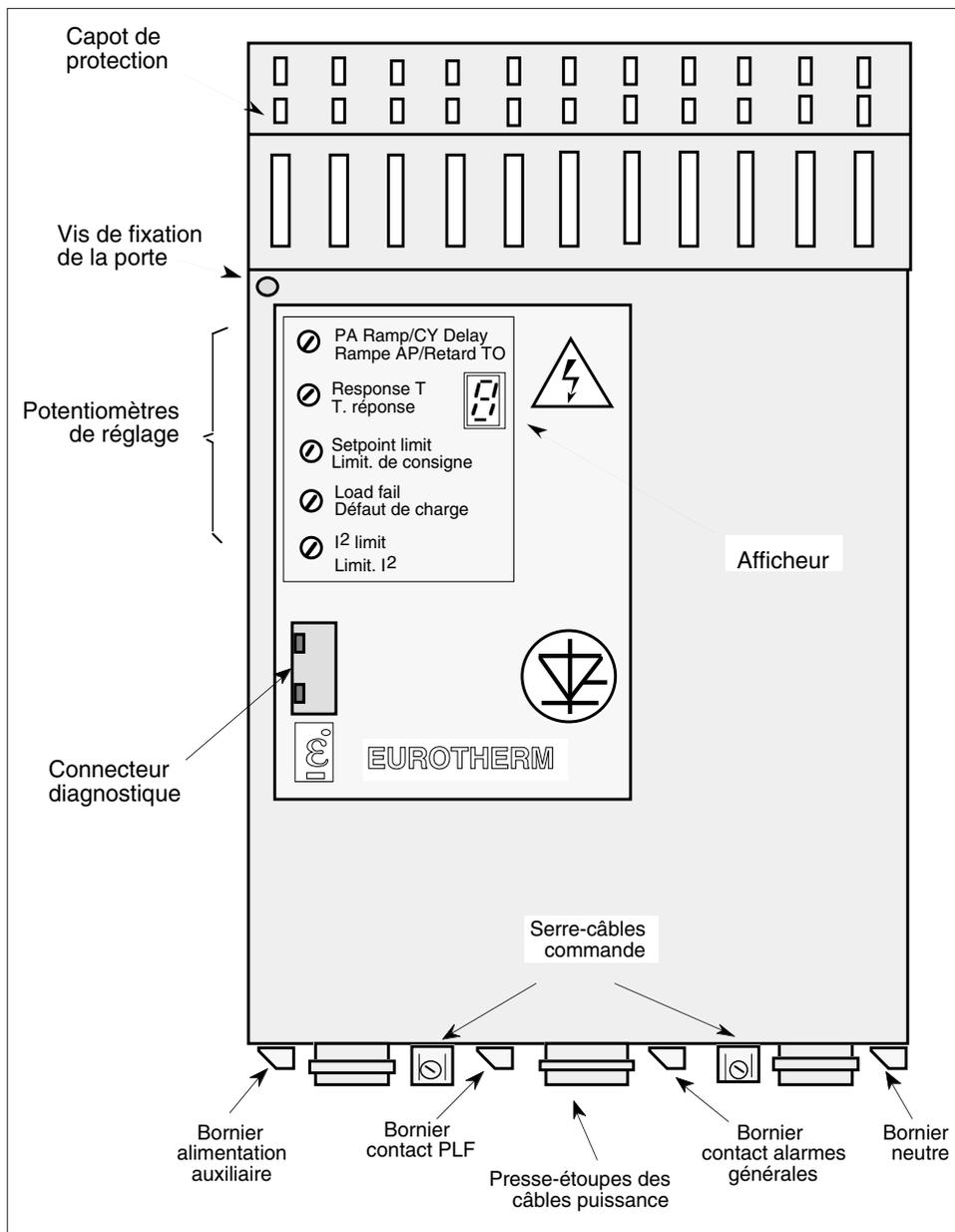


Figure 1-1 Vue générale du gradateur TC3001

Les gradateurs **TC3001** possèdent les **fonctions** suivantes :

- quatre types de **régulation** :
  - $U^2$  ou  $I^2$
  - $U \times I$
  - signal de mesure externe
- plusieurs modes de **conduction** des thyristors:
  - logique (tout ou rien),
  - variation d'angle de conduction des thyristors (Angle de phase) ,
  - modulation du temps du cycle (Train d'ondes et Train d'angles de phase),
  - régimes progressifs : démarrage et (ou) arrêt progressifs réglables pour suppression de surintensité sur charge à faible résistance à froid ou pour d'autres applications
- la **surveillance** permanente de la charge, des courants, de la tension du réseau, de la fréquence.

La commande du gradateur est effectuée par des signaux **analogiques** et, en mode Tout ou rien par des signaux **logiques**.

Les signaux analogiques d'entrée ont quatre choix de niveaux en tension:

**0-5 V ; 1-5 V ; 0-10 V ; 2-10 V**

et deux niveaux en courant :

**0-20 mA** et **4-20 mA**.

L'état instantané du gradateur, son mode de fonctionnement, un défaut de la charge ou les alarmes actives sont indiqués par des messages sur un **afficheur** à 7 segments situé sur la face avant.

Sur la face avant sont situés aussi :

- 5 **potentiomètres de réglage** des principaux paramètres de fonctionnement
- un connecteur **diagnostique**.

Un système **d'alarmes** détecte les défauts dans les charges et les variations anormales de la tension ou du courant. Une **signalisation** de la détection des défauts est effectuée par les contacts de deux relais d'alarme et par l'afficheur.

**La surveillance du courant**, en cas de dépassement du seuil du courant pré-réglé par l'utilisateur ou en usine, assure

- l'arrêt du gradateur en fonctionnement Logique ou Train d'ondes
- la limitation de courant par variation d'angle d'ouverture des thyristors en fonctionnement Angle de phase, Train d'angles de phase et Train d'ondes avec des régimes progressifs.

Le gradateur **TC3001** possède :

- une carte de déclenchement des thyristors («**carte puissance**») qui réalise la génération d'impulsions d'amorçage des thyristors et les mesures des courants et tensions,
- une «**carte commande**» pour l'alimentation de l'électronique et le circuit de commande,
- une «**carte potentiomètres**» pour la calibration du gradateur en courants et en tension et pour le réglage des principaux paramètres de fonctionnement.
- une «**carte filtre**» pour protéger le fonctionnement du gradateur contre les perturbations transitoires.

Les borniers utilisateurs en dessous du gradateur assurent les connexions suivantes sans nécessité d'ouvrir la porte avant d'accès :

- de l'alimentation auxiliaire,
- du neutre de référence
- des contacts de deux relais d'alarmes.

Les **filtres** assurant l'immunité contre les perturbations électromagnétiques sont installés :

- à l'entrée du raccordement du neutre de référence,
- entre les phases de puissance
- entre les phases de l'alimentation («**LINE**») et la prise de terre de sécurité.

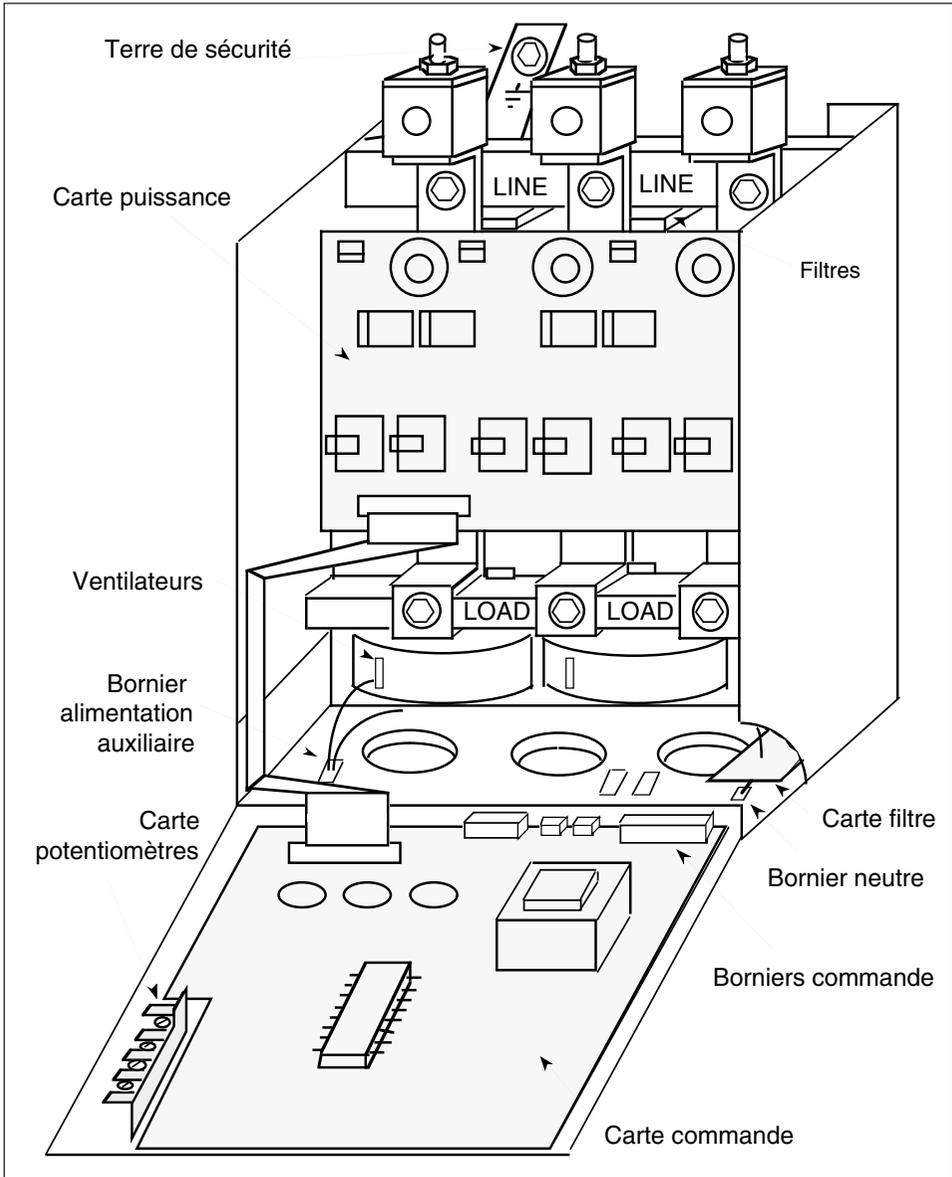


Figure 1-2 Cartes électroniques du gradateur TC3001

## SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

La série TC3001 est une série de gradateurs de puissance destinés au contrôle et à la régulation par thyristors de 3 phases de charge triphasée industrielle.



### Danger !

Un dispositif de sécurité assurant la séparation électrique entre équipement et le réseau doit être installé afin de permettre une intervention en toute sécurité.

Un thyristor n'est pas un dispositif de sectionnement.

Toucher une borne de charge même avec un courant de charge nul, est aussi dangereux que de toucher le réseau.



### Attention !

Il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer avant la mise en route du gradateur de la conformité de toutes les valeurs nominales du gradateur aux conditions d'installation et d'utilisation.

## Puissance

Courant nominal (par phase)	<b>25 A à 500 A</b> suivant code produit
Tension du réseau entre phases	<b>240 V à 690 V</b> suivant code produit (+10%, -15%)
Tension d'utilisation (calibration)	<b>100 V à 690 V</b> suivant code produit. Inhibition au-dessous de 70% de tension calibrée
Fréquence du réseau	<b>42 Hz à 68 Hz</b> Adaptation automatique Inhibition hors de 40 à 70 Hz
Puissance dissipée	<b>1,3 W</b> (environ) par ampère et par phase
Refroidissement	<b>100 V à 500 V</b> : Convection <b>naturelle</b> ( <b>25 A à 75 A</b> ) Ventilation <b>forcée</b> à partir de <b>100 A</b>
Ventilateurs	<b>600 à 690 V</b> : Convection <b>naturelle</b> ( <b>25 A à 100 A</b> ) Ventilation <b>forcée</b> à partir de <b>150 A</b> <b>2</b> pour <b>100 A à 250 A</b> ( <b>150 à 250 A</b> pour <b>600 à 690V</b> ), <b>3</b> pour <b>300 A à 500 A</b> Consommation <b>25 VA</b> par ventilateur Tension d'alimentation <b>115 V</b> ou <b>230 V</b>
Charge	<b>Tous types</b> de charge <b>triphasee industrielle</b> : résistive, infrarouge court, inductive, tungstène, primaire de transformateur, etc
Branchement des charges	<b>Indépendant</b> de l'ordre de rotation des phases
Montage des charges	Triangle fermé (3 fils) et ouvert (6 fils) Étoile sans Neutre (3 fils) et avec Neutre (4 fils) Configuration du type de charge et du montage par cavaliers

## Environnement

Température d'utilisation	<b>0°C à +50°C</b> (40°C pour 500 A ; à 50°C redimensionner à 450 A) à l'altitude <b>2000 m</b> maximum
Température de stockage	<b>-10°C à +70°C</b>
Protection des thyristors	<b>Fusibles</b> internes ultra-rapides <b>Varistance</b> et circuit <b>RC</b>
Protection	<b>IP20</b> en face avant (suivant <b>CEI 529</b> )
Câblage externe	A effectuer selon les Normes <b>CEI 364</b>
Atmosphère d'utilisation	Non explosive, non corrosive et non conductrice
Humidité	HR de <b>5% à 95%</b> sans condensation
Pollution	Degré <b>2</b> admissible, définie par <b>CEI 664</b>
Dimensions	
25A à 250A / ≤ 500V	<b>500 mm (H) x 248 mm (L) x 268 mm (P)</b> Poids <b>16 kg</b> , (250 A : <b>18 kg</b> )
300A à 500A et 25A à 250A / > 500V	<b>570 mm (H) x 373 mm (L) x 268 mm (P)</b> . Poids <b>21 kg</b>

## Compatibilité électromagnétique

Unité installée et utilisée conformément à ce Manuel, voir chapitre Directives Européennes

Immunité	Conforme aux Normes : <b>CEI 1000-4-2 (EN 61000-4-2) 06/1995</b> <b>CEI 1000-4-4 (EN 61000-4-4) 01/1995</b> <b>CEI 801-3 (EN 61000-4-3) 1984</b>
Emission rayonnée	Conforme à la Norme <b>EN 55011 1991</b>
Emission conduite	Conforme à la Norme <b>EN 50081-2 Classe A 1991</b> : • Sans filtre externe en mode Train d'ondes pour les charges résistives et jusqu'à 150 A nominal • Avec un filtre série externe pour d'autres applications Conforme à la Norme <b>CEI 1800-3 (EN 61800-3) 1996</b> : Sans filtre. S'entend pour le deuxième environnement

## Marquage CE

Sécurité électrique Marquage CE	Conforme à la <b>Directive Basse Tension 73/23/EEC</b> Les produits <b>TC3001</b> portent le Marquage <b>CE</b> sur la base du respect des exigences essentielles de la Directive Européenne Basse Tension
------------------------------------	---

## Commande

Alimentation **100 V à 240 V** suivant code produit (+10%; -15%);  
consommation : **20 VA**

Modes de conduction  
des thyristors

- **Tout ou rien** (Logique)
- **Train d'ondes** (nombre de périodes de conduction réglable de **1 à 255** périodes).
- **Train d'angles de phase** (nombre de périodes de conduction réglable de **1 à 255** périodes).

Pour **ces trois** modes :

- démarrage au **zéro de tension** pour les charges résistives avec élimination de la composante continue
- démarrage au **zéro de courant** sur chaque phase pour les charges inductives avec **suppression** des courants transitoires (réglage par potentiomètre en face avant)
- possibilité de démarrage et (ou) arrêt **progressifs** réglables de **1 à 255** périodes pour le début et la fin de chaque cycle de conduction (variation d'angle d'ouverture des thyristors)

- **Angle de phase**

Possibilité de démarrage et (ou) arrêt **progressifs** avec une **rampe linéaire** sur un changement de consigne (augmentation/diminution) la durée de rampe de 0 à 100% de conduction est de **0,1 s à 40 H** (réglage par potentiomètre en face avant).

- **Rampe initiale**

Possibilité de démarrage avec une rampe de sécurité de 32 périodes lors de la mise sous tension pendant le premier train d'ondes (train d'angle de phase) ou en mode logique.

Signal de commande **Analogique** ( en modes Train d'ondes et Angle de phase) :

- Tension **0-5 V; 1-5 V; 0-10 V** ou **2-10 V**  
Impédance d'entrée  $\geq 100 \text{ k}\Omega$
- Courant **0-20 mA** ou **4-20 mA**  
Impédance d'entrée  $100 \Omega$
- Deuxième entrée avec sélection bas niveau

**Logique** ( en mode Tout ou rien) :

- Etat passant  $\geq 50\%$  du signal configuré
- Etat bloqué  $\leq 25\%$  du signal configuré.

## Régulation

Type de régulation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puissance (<math>U \times I</math>)</li> <li>• Moyenne des carrés des trois courants <math>I_{MOY}^2 = (I_1^2 + I_2^2 + I_3^2) / 3</math> ou le carré de la tension de la charge <math>U^2</math></li> <li>• Mesure externe (voir valeurs du signal analogique de commande)</li> </ul>
Linéarité	$\pm 1\%$ en Angle de phase; $\pm 2\%$ en Train d'ondes
Stabilité	$\pm 1\%$ en Angle de phase; $\pm 2\%$ en Train d'ondes avec variations : <ul style="list-style-type: none"> <li>- de l'impédance de la charge <math>\pm 30\%</math>;</li> <li>- de la tension du réseau <math>+10\%, -15\%</math>;</li> <li>- de la température de <math>0</math> à <math>50\text{ }^\circ\text{C}</math></li> </ul>
Temps de réponse	Ajustable , pour le passage de <b>10%</b> à <b>90%</b> de la puissance : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en Angle de phase - de <b>120 ms</b> à <b>1,5 s</b></li> <li>- en Train d'ondes - de <b>0,3 s</b> à <b>150 s</b></li> </ul>
Précision de transmission	$\pm 2\%$

## Alarmes

Tension	Absence de la tension du réseau sur chaque phase (inhibition du gradateur). Sous-tension (arrêt de déclenchement des thyristors en dessous de <b>70%</b> de la tension nominale du gradateur) Surtension (alarme pour une tension supérieure de <b>20%</b> à la tension nominale du gradateur)
Fréquence	Une fréquence au-dessus de <b>70 Hz</b> ou au-dessous de <b>40 Hz</b> (inhibition du gradateur).
Courant	Surintensité <ul style="list-style-type: none"> <li>• inhibition de fonctionnement du gradateur en modes Logique et Train d'ondes au dépassement de 10% le seuil du courant admissible</li> <li>• limitation de courant en modes Angle de phase, Train d'angles de phase et Train d'ondes avec démarrage progressif au dépassement de 10% le seuil du courant admissible</li> </ul> Court-circuit des thyristors (inhibition du gradateur).
Charge	Détection de <b>rupture</b> partielle de charge (PLF), L'alarme PLF détecte la rupture de <b>1</b> élément sur <b>4</b> à <b>8</b> éléments identiques (suivant le montage triphasé) montés en parallèle Réglage de détection : <ul style="list-style-type: none"> <li>• par potentiomètre en face avant ou</li> <li>• par un signal externe et potentiomètre.</li> </ul> Détection du <b>déséquilibre</b> de la charge (pour charges résistives ou pour éléments infrarouges courts), détection d'un déséquilibre $\Delta I < 0,25 I_{MAX}$
Surveillance	Information <b>permanente</b> du type d'alarme et de son degré de gravité par un <b>afficheur</b> et par deux <b>relais</b>

## Limitation de courant

Seuil de limitation	La limitation de courant fixe la valeur maximale de $I^2$ .
Réglage	La consigne de limitation de courant est réglée par un potentiomètre en face avant, avec ou sans un signal externe.
Action	<p>Pour les modes de conduction des thyristors</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Angle de phase</li> <li>- Train d'Angle de phase</li> <li>- Train d'ondes avec rampe ou démarrage / arrêt progressif : <b>variation de l'angle de conduction des thyristors.</b></li> </ul> <p>Pour les modes de conduction des thyristors :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Logique</li> <li>- Train d'ondes</li> </ul> <p><b>arrêt de fonctionnement du gradateur.</b></p>

## Diagnostic

Signaux test	Connecteur pour boîte diagnostique permettant de régler, contrôler et calibrer <b>localement</b> le gradateur à l'aide de <b>20 signaux test</b>
Retransmissions	<p>Trois <b>courants</b> au carré</p> <p><b>Tension</b> au carré (signal filtré)</p> <p><b>Paramètre de régulation</b> (signal continu)</p> <p>Signaux de sorties de <b>0 à 10 Vdc</b>.</p>

---

### Attention !



L'amélioration constante des produits peut amener Eurotherm Automation S.A. à modifier sans préavis les spécifications. Pour toute information complémentaire et en cas de doute contacter votre Agence Eurotherm Automation.

## CODIFICATION

<b>TC3001</b>	Courant nominal / du réseau / entre phases	Tension / du réseau / auxiliaire	Alimentation / d'utilisation	Tension / d'utilisation (calibration)	Signal / d'entrée	Mode de conduction des thyristors	Rampe, /démarrage, arrêt / progressifs
---------------	--	----------------------------------	------------------------------	---------------------------------------	-------------------	-----------------------------------	--

Courant nominal	Code
25 ampères	<b>25A</b>
40 ampères	<b>40A</b>
60 ampères	<b>60A</b>
75 ampères	<b>75A</b>
100 ampères	<b>100A</b>
150 ampères	<b>150A</b>
250 ampères	<b>250A</b>
300 ampères	<b>300A</b>
400 ampères	<b>400A</b>
500 ampères	<b>500A</b>

Tension du réseau	Code
240 volts	<b>240V</b>
440 volts	<b>440V</b>
480 volts	<b>480V</b>
500 volts	<b>500V</b>
690 volts	<b>690V</b>

Pour d'autres tensions contacter Eurotherm

Alimentation auxiliaire	Code
100 volts	<b>100V</b>
110 à 120 volts	<b>110V120</b>
200 volts	<b>200V</b>
220 à 240 volts	<b>220V240</b>

Tension d'utilisation	Code
100 volts	<b>100</b>
110 volts	<b>110</b>
115 volts	<b>115</b>
120 volts	<b>120</b>
200 volts	<b>200</b>
220 volts	<b>220</b>
230 volts	<b>230</b>
240 volts	<b>240</b>
277 volts	<b>277</b>
380 volts	<b>380</b>
415 volts	<b>415</b>
400 volts	<b>400</b>
440 volts	<b>440</b>
480 volts	<b>480</b>
500 volts	<b>500</b>
550 volts	<b>550</b>
600 volts	<b>600</b>
660 volts	<b>660</b>
690 volts	<b>690</b>

Signal d'entrée	Code
0 - 5 volts	<b>0V5</b>
1 - 5 volts	<b>1V5</b>
0 - 10 volts	<b>0V10</b>
2 - 10 volts	<b>2V10</b>
0 - 20 mA	<b>0mA20</b>
4 - 20 mA	<b>4mA20</b>

Mode de conduction des thyristors	Code
Logique (Tout ou rien)	<b>LGC</b>
Angle de phase	<b>PA</b>
Train d'ondes :	
1 période	<b>FC1</b>
2 périodes	<b>FC2</b>
4 périodes	<b>FC4</b>
8 périodes	<b>FC8</b>
16 périodes	<b>C16</b>
32 périodes	<b>C32</b>
64 périodes	<b>C64</b>
128 périodes	<b>128</b>
255 périodes	<b>255</b>
Train d'angles de phase :	
1 période	<b>HC1</b>
2 périodes	<b>HC2</b>
4 périodes	<b>HC4</b>
8 périodes	<b>HC8</b>
16 périodes	<b>H16</b>
32 périodes	<b>H32</b>
64 périodes	<b>H64</b>
128 périodes	<b>H28</b>
255 périodes	<b>H55</b>

Rampe, démarrage / arrêt progressifs	Code
Sans rampe et sans démarrage/arrêt progressifs	<b>NRP</b>
Rampe positive ou démarrage progressif	<b>URP</b>
Rampes positive et négative ou démarrage/arrêt progressifs	<b>UDR</b>

Connexion Type Détection Paramètre Mode de Entrée- Détection de Langue du  
 de charge / de charge / de PLF / contrôlé / limitation / Sortie / déséquilibre / manuel / Options / 96/00  
 de courant auxiliaire de charge

Connexion de la charge		Code
Triangle (3 fils)		<b>3D</b>
Etoile sans neutre (3 fils)		<b>3S</b>
Etoile avec neutre (4 fils)		<b>4S</b>
Triangle ouvert (6 fils)		<b>6D</b>

Type de charge		Code
Inductive		<b>IND</b>
Autres charges		<b>RES</b>

Détection de rupture partielle de charge (PLF)		Code
Suivant courbe standard		<b>SD</b>

Paramètre contrôlé		Code
Externe (Voir Entrée auxiliaire)		<b>EX</b>
Carré du courant charge		<b>I2</b>
Carré de la tension charge		<b>V2</b>
Puissance		<b>W</b>

Mode de limitation de courant		Code
<b>Réduction de l'angle de conduction</b>		
Pour les modes de conduction :		
• Angle de phase		
• Train d'Angle de phase		
• Train d'ondes avec codes URP ou UDR		
Réglage par potentiomètre en face avant		<b>LINT</b>
Réglage par signal externe 0-5 V		<b>L0V5</b>
1-5 V		<b>L1V5</b>
0-10 V		<b>L0V10</b>
2-10 V		<b>L2V10</b>
0-20 mA		<b>L0mA20</b>
4-20 mA		<b>L4mA20</b>
<b>Arrêt de conduction</b>		
Pour les modes de conduction :		
• Logique		
• Train d'ondes avec code NRP		
Réglage par potentiomètre en face avant		<b>CINT</b>
Réglage par signal externe 0-5 V		<b>C0V5</b>
1-5 V		<b>C1V5</b>
0-10 V		<b>C0V10</b>
2-10 V		<b>C2V10</b>
0-20 mA		<b>C0mA20</b>
4-20 mA		<b>C4mA20</b>

Entrée/Sortie auxiliaire		Code
Retransmission du paramètre contrôlé		<b>RTR</b>
Contre-réaction externe (si paramètre contrôlé EX)		
0-5 V	<b>E0V5</b>	
1-5 V	<b>E1V5</b>	
0-10 V	<b>E0V10</b>	
2-10 V	<b>E2V10</b>	
0-20 mA	<b>E0mA20</b>	
4-20 mA	<b>E4mA20</b>	
Deuxième consigne		
0-5 V	<b>W0V5</b>	
1-5 V	<b>W1V5</b>	
0-10 V	<b>W0V10</b>	
2-10 V	<b>W2V10</b>	
0-20 mA	<b>W0mA20</b>	
4-20 mA	<b>W4mA20</b>	

Détection de déséquilibre de charge		Code
Circuit de détection désactivé		<b>000</b>
Circuit de détection activé, contact du relais ouvert en alarme		<b>PLU</b>
Circuit de détection activé, contact du relais fermé en alarme		<b>IPU</b>

Langue du manuel		Code
Français		<b>FRA</b>
Allemand		<b>GER</b>
Anglais		<b>ENG</b>

Options		Code
Micro-contact de fusion fusible		<b>FUMS</b>
Sans fusibles internes		<b>NOFUSE</b>
Contact du relais d'alarme PLF fermé en alarme		<b>IPF</b>

## Codification simplifiée ou complète

La codification peut être faite avec un **code complet** (tous les champs) ou avec un **code simplifié** où l'on spécifie **uniquement** :

- le courant nominal,
- la tension du réseau (entre phases),
- l'alimentation auxiliaire,
- la tension de calibration (tension d'utilisation),
- les options.

Avec un **code simplifié** le gradateur **TC3001** est livré **configuré** comme indiqué ci-dessous :

- |  |  |
|--|--|
| • Signal d'entrée                          | 4 - 20 mA  |
| • Mode de conduction des thyristors        | Angle de phase   |
| • Rampe, démarrage / arrêt progressifs     | Sans rampe ni démarrage / arrêt progressifs  |
| • Connexion de la charge                   | Etoile sans neutre (3 fils)  |
| • Type de charge                           | Inductive  |
| • Détection de rupture partielle de charge | Suivant courbe standard<br>Contact du relais d'alarme ouvert en alarme   |
| • Paramètre contrôlé                       | Carré de tension charge  |
| • Mode de limitation de courant            | Réduction de l'angle de conduction des thyristors, réglage de la limitation de courant par potentiomètre en face avant |
| • Retransmission                           | Paramètre contrôlé   |
| • Détection de déséquilibre de charge      | Circuit de détection activé, contact du relais d'alarme ouvert en alarme.  |

## Exemple de codification

### Paramètres du gradateur et de l'installation

Courant nominal de la charge	<b>120 ampères</b>
Tension nominale du réseau	<b>440 volts entre phases</b>
Alimentation auxiliaire	<b>220 à 240 volts</b>
Tension de calibration	Installation à <b>380 volts</b>
Signal d'entrée	<b>0 - 10 volts</b>
Mode de conduction	Train d'ondes <b>8 périodes</b> avec <b>démarrage</b> progressif
Charges connectées	<b>Résistives</b>
Type de connexion	<b>Etoile sans neutre</b>
Paramètre contrôlé	Puissance
Limitation de courant	Réglage par potentiomètre en face avant
Sortie auxiliaire de retransmission	<b>Paramètre contrôlé</b>
Détection de déséquilibre de charge	Circuit de détection <b>activé</b> contact du relais ouvert en alarme
Langue du manuel	Français
Option	<b>Micro-contact</b> de fusion fusible

### Codification :

Modèle : **TC3001**

**150A/440V/220V240/380/0V10/FC8/URP/3S/RES/SD/W/LINT/RTR/PLU/FRA/-/FUMS/-/96/00**

---

#### Attention !



La tension d'utilisation du gradateur TC3001 doit être la plus proche possible de la tension du réseau pour éviter des problèmes de non fonctionnement en cas de baisse de tension inférieure à **70 %** de la tension nominale (après la calibration). La tension de **calibration** (la tension d'utilisation) est considérée comme la **tension nominale** du gradateur.

---

## ÉTIQUETTES SIGNALÉTIQUES

Les étiquettes d'**identification** (codification du gradateur) et une étiquette de **configuration** fournissent toutes les informations sur les caractéristiques du gradateur à sa sortie d'usine.

L'étiquette d'identification se situe en haut sur le côté **extérieur** droit de l'appareil.

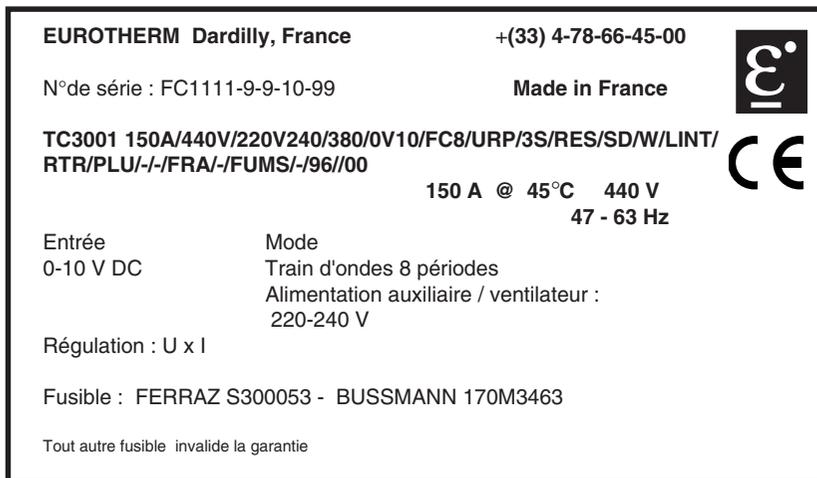


Figure 1.3 Exemple d'une étiquette d'identification du gradateur TC3001  
Les informations correspondent à l'exemple de codification

La deuxième étiquette d'identification et l'étiquette de la configuration sont placées à l'**intérieur** du gradateur.



Figure 1.4 Exemple d'une étiquette de configuration du gradateur TC3001



### Attention !

La conformité du gradateur avec les informations découlant de la codification de ce gradateur, n'est plus assurée après une reconfiguration faite par l'utilisateur

## Chapitre 2

# INSTALLATION

Sommaire	Page
Sécurité lors de l'installation .....	2-2
Dimensions .....	2-3
Détails d'installation .....	2-5

## Chapitre 2 INSTALLATION

### SÉCURITÉ LORS DE L'INSTALLATION

---

#### Danger !



L'installation des unités TC3001 doit être effectuée par une personne qualifiée et habilitée à effectuer des travaux dans l'environnement électrique basse tension en milieu industriel.

L'installation d'une unité doit être faite en armoire électrique ventilée correctement, garantissant l'absence de condensation et de pollution.

L'armoire doit être fermée et connectée à la terre de sécurité suivant les Normes NFC 15-100, CEI 364 ou les Normes nationales en vigueur.

---

Pour les installations en armoire ventilée, il est recommandé de mettre dans l'armoire un dispositif de détection de panne de ventilateur ou un contrôle de sécurité thermique.

Les unités de la série **TC3001** peuvent être montées en fond d'armoire.

Les unités doivent être montées avec le radiateur vertical sans obstructions au-dessus ou au-dessous pouvant réduire ou gêner le flux d'air.

Si plusieurs unités sont montées dans la même armoire, les disposer de telle façon que l'air sortant de l'une d'elles ne soit pas aspiré par l'unité située au-dessus.

---

#### Attention !



Les unités sont prévues pour être utilisées à une température ambiante inférieure ou égale à **50°C** (40°C pour les unités 500 A nominal)

Laisser un espace de **5 cm** minimum entre deux unités côte à côte.

La surchauffe du gradateur peut amener un fonctionnement incorrect de l'unité pouvant lui-même conduire à la détérioration des composants.

---

Les gradateurs de puissance de la série **TC3001** ont une ventilation **forcée** :

- à partir de **100 A** nominal pour les tensions 100 V à 500 V
- à partir de **150 A** nominal pour les tensions 600 V à 690 V.

## DIMENSIONS

Les cotes hors tout du gradateur TC3001 sont présentées sur la figure 2-1.

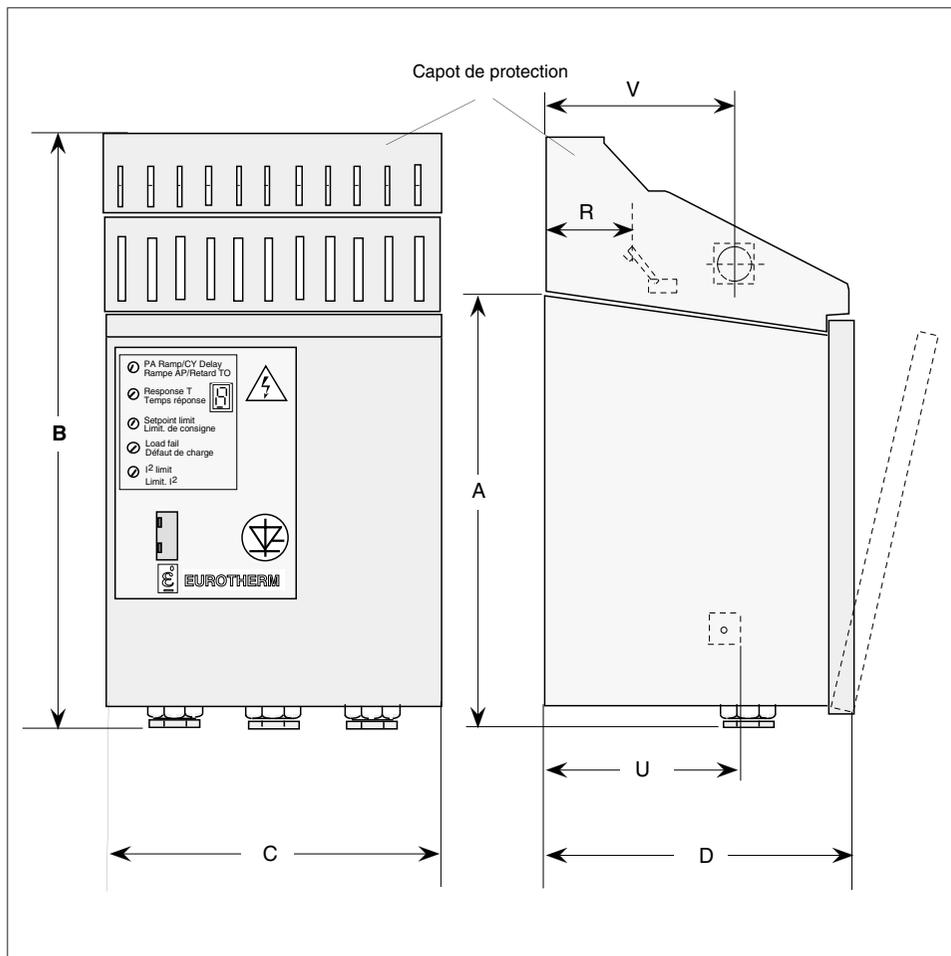


Figure 2-1 Cotes du gradateur TC3001

Les dimensions et les poids du gradateur TC3001 sont présentés dans les tableaux 2-1 et 2-2.

Cotes (fig.2-1)	Dimensions (mm)			Description
	Courant nominal du gradateur			
	25 à 150A	250A	300 à 500 A	
A	425	425	425	Hauteur sans capôt de protection Hauteur avec capôt de protection Largeur Profondeur (avec porte ouverte : 537 mm)
B	480	480	570	
C	248	248	373	
D	268	268	268	
R	50	50	20	Distance entre la barre «Terre» et le panneau Profondeur entre la borne «LOAD» (Charge) et le panneau Profondeur entre la borne «LINE» (Ligne) et le panneau
U	150	125	150	
V	145	145	170	

Tableau 2-1 Dimensions des gradateurs TC3001 de 100 V à 500 V

### Attention!

Les unités aux tensions 600 V à 690 V pour **tous** les courants nominaux ont **les mêmes dimensions** que les unités à 500 V / 300 à 500 A.

Courant et tension nominaux du gradateur	25 à 150 A 100 à 500 V	250 A 100 à 500 V	300 à 500 A / 100 V à 500 V et tous les courants / 600 V à 690 V
Poids (kg)	16	18	21

Tableau 2-2 Poids du gradateur TC3001

## DÉTAILS D'INSTALLATION

Les gradateurs **TC 3001** sont prévus pour être montés directement sur panneaux à l'aide des points de fixation situés sur l'arrière des appareils .

Les gradateurs **TC 3001** possèdent deux capots de protection (supérieur et inférieur).

Il est possible de fixer les gradateurs avec leurs capots de protection en place.

Cependant, pour le raccordement, il faudra enlever le capot supérieur de protection.

Pour cela, ouvrir la porte d'accès en desserrant la vis frontale située en haut à gauche de la porte. Puis soulever la porte afin de la libérer de ses encoches et l'ouvrir complètement en la tirant vers soi.

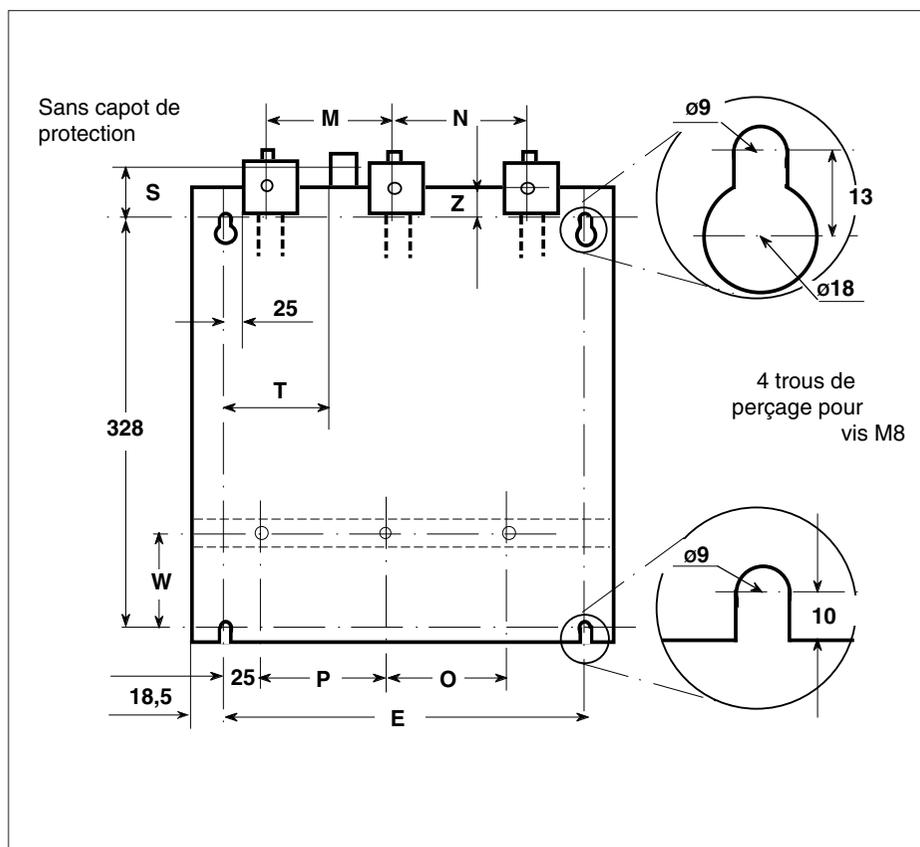


Figure 2-2 Détails de fixation

Cotes fig.2-2	Dimensions (mm)			Description
	Courant nominal			
	25A à 150A	250A	300A à 500A	
E	203	203	328	Largeur entre les trous de fixation
M et N	75	75	112	Distance entre les plots «LINE»
O et P	75	75	112	Distance entre les plots «LOAD»
S	60	60	30	Barre «Terre» et trou de fixation du haut
T	65	65	220	Barre «Terre» et trou de fixation de gauche
W	70	85	70	Borne «LOAD» et trou de fixation du bas
Z	40	50	30	Fusible «LINE» et trou de fixation du haut

Tableau 2-3 Cotes de fixation

### Attention!

Les unités aux tensions 600 V à 690 V pour **tous** les courants nominaux ont **les mêmes cotes de fixation** que les unités à 500 V / 300 à 500 A.

Après avoir percé le panneau support aux dimensions et cotes données ci-dessus, engager à moitié les vis de fixation dans les trous de la cloison ou plaque de montage.

Présenter l'unité **TC3001** en engageant d'abord les têtes des vis supérieures dans les trous respectifs de la partie supérieure.

Laisser descendre le gradateur vers le bas en s'assurant qu'il s'engage bien au niveau des vis inférieures prévues.

Faire ensuite descendre complètement le gradateur jusqu'à ce qu'il soit à la place.  
Serrer correctement les **4 vis**.

## Chapitre 3

### CÂBLAGE

Sommaire	page
Sécurité lors du câblage .....	3-2
Câblage de puissance .....	3-3
Câblage côté réseau .....	3-3
Câblage côté charge .....	3-4
Câblage de la terre de sécurité .....	3-4
Détails de câblage .....	3-4
Schémas de branchement de puissance .....	3-5
Montage en étoile sans neutre et en triangle fermé .....	3-5
Montage en étoile avec neutre .....	3-6
Montage en triangle ouvert .....	3-7
Borniers utilisateurs .....	3-8
Présentation générale .....	3-8
Alimentation auxiliaire .....	3-10
Neutre de référence .....	3-11
Contacts d'alarmes .....	3-12
Câbles de commande .....	3-13
Fixation .....	3-13
Connexion du blindage à la masse .....	3-14
Borniers de commande .....	3-15
Présentation générale .....	3-16
Commande externe .....	3-17
Commande manuelle .....	3-17
Entrée / sortie auxiliaire .....	3-18
Limitation externe de courant .....	3-19
Acquittement d'alarmes .....	3-19
Signaux de retransmission .....	3-20

## Chapitre 3 CÂBLAGE

### SÉCURITÉ LORS DU CÂBLAGE

---

#### Danger !



Le câblage doit être fait par une personne habilitée à effectuer des travaux dans l'environnement électrique basse tension en milieu industriel. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de câbler et de protéger l'installation selon les règles de l'art et les Normes en vigueur. Un dispositif approprié assurant la séparation électrique entre l'équipement et le réseau doit être installé en amont afin de permettre une intervention en toute sécurité.

---

Les unités de la série TC3001 possèdent **deux capots de protection** : supérieur et inférieur. Afin de faciliter le branchement des câbles, le capot supérieur doit être enlevé. Après le raccordement et avant la mise sous tension, remettre en place le capot supérieur de protection pour assurer le **degré de protection** spécifié.

---

#### Danger !



Avant toute connexion ou déconnexion s'assurer que les câbles et les fils de la puissance et de la commande sont isolés des sources de tension. Pour des raisons de sécurité, le câble de la terre de sécurité doit être connecté avant toute autre connexion lors de câblage et déconnecté en dernier au démontage.

---

La **terre de sécurité** est branchée sur la vis située sur la barre prévue à cet effet dans la partie supérieure de l'unité, derrière les bornes de phases, et repérée par :



#### Attention !



Pour garantir une bonne mise à la masse de l'unité TC3001, s'assurer que la fixation s'effectue bien sur le **plan de masse de référence** (panneau ou fond d'armoire). A défaut il est nécessaire d'ajouter une connexion de masse d'au **plus 10 cm** de long entre la connexion de terre et le plan de masse de référence.

#### Danger !



Cette connexion dont l'objet est de garantir une bonne **continuité de masse**, **ne peut en aucun cas se substituer** à la connexion de **terre de sécurité**.

---

## CÂBLAGE DE PUISSANCE

### Câblage côté réseau

Le câblage côté réseau se fait sur les **goujons des fusibles internes** en partie supérieure de l'unité. Cette partie est repérée par l'étiquette **LINE** (voir figure 1-2).

Les câbles de puissance passent à travers l'ouverture du **capot de protection supérieur**.

Pour le raccordement, ce capot fixé à l'unité, doit être enlevé. Pour cela :

- desserrer la vis de fixation de la porte d'accès située en haut à gauche de la porte
- soulever la porte afin de la libérer de ses encoches et l'ouvrir en la tirant vers soi
- enlever le capot supérieur en desserrant ses deux écrous de fixation en le faisant glisser d'un cm vers l'avant pour libérer les deux ergots situés à l'arrière, puis en le soulevant.

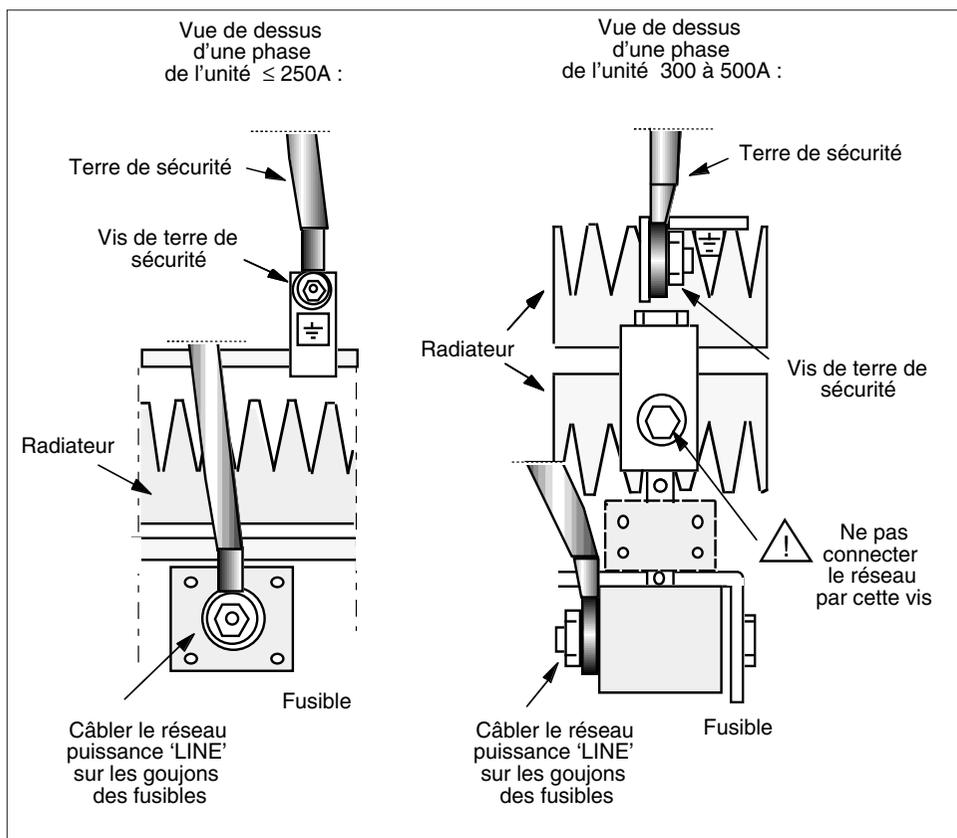


Figure 3-1 Câblage du réseau puissance (vue de dessus du gradateur)

## Câblage côté charge

Le câblage des charges se fait sur les vis situées à la partie inférieure et repérées par les étiquettes **LOAD**. Les câbles de puissance côté charge passent à l'intérieur de l'unité à travers des **presses-étoupes** en dessous de l'unité. Ceux-ci doivent être serrés au maximum après le passage des câbles.

## Câblage de la terre de sécurité

Le câblage de la terre de sécurité se fait sur la vis située sur la barre prévue à cet effet dans la partie supérieure de l'unité, derrière les bornes de phases, et repérée par :



## Détails de câblage

La **capacité** des bornes de puissance et les **couples de serrage** à respecter sont présentés ci-dessous.

Tension nominale	Courant nominal	25 A à 150 A	250 A	300 A à 500 A
100 V à 500 V	Câbles du réseau et des charges	4 à 70 mm <sup>2</sup>	120 mm <sup>2</sup>	185 à 2x150 mm <sup>2</sup>
	Câble de la terre de sécurité	14 à 35 mm <sup>2</sup>	64 mm <sup>2</sup>	95 à 185 mm <sup>2</sup>
	Goujons de fusibles	M8	M8	M10
	Couple de serrage	12,5 N.m	12,5 N.m	25 N.m
600 V à 690 V	Vis de la charge et			
	Vis de la terre	M10	M10	M12
	Couple de serrage	25 N.m	25 N.m	43,5 N.m
	Diamètre du passage de presse-étoupes	20 mm	34 mm	38 mm
100 V à 500 V	Câbles du réseau et des charges	4 à 70 mm <sup>2</sup>	120 mm <sup>2</sup>	185 à 2x150 mm <sup>2</sup>
	Câble de la terre de sécurité	14 à 35 mm <sup>2</sup>	64 mm <sup>2</sup>	95 à 185 mm <sup>2</sup>
	Goujons de fusibles		M10	
	Couple de serrage		25 N.m	
600 V à 690 V	Vis de la charge et			
	Vis de la terre		M12	
	Couple de serrage		43,5 N.m	
	Diamètre du passage de presse-étoupes		38 mm	

Tableau 3- 1 Détails de câblage de puissance des gradateurs TC3001



La section des conducteurs de raccordement à utiliser doit correspondre à la Norme **CEI 943**.

## SCHÉMAS DE BRANCHEMENT DE PUISSANCE

Le schéma de branchement de puissance du TC3001 dépend du montage de la charge.  
Ci-après sont présentés 3 schémas de branchement de puissance et de la terre de sécurité pour les différents types de montage des charges.

### Important !



Pour les charges constituées de 3 enroulements primaires d'un transformateur, respecter impérativement le sens de branchement des enroulements.

### Montage en Étoile sans neutre et en Triangle fermé

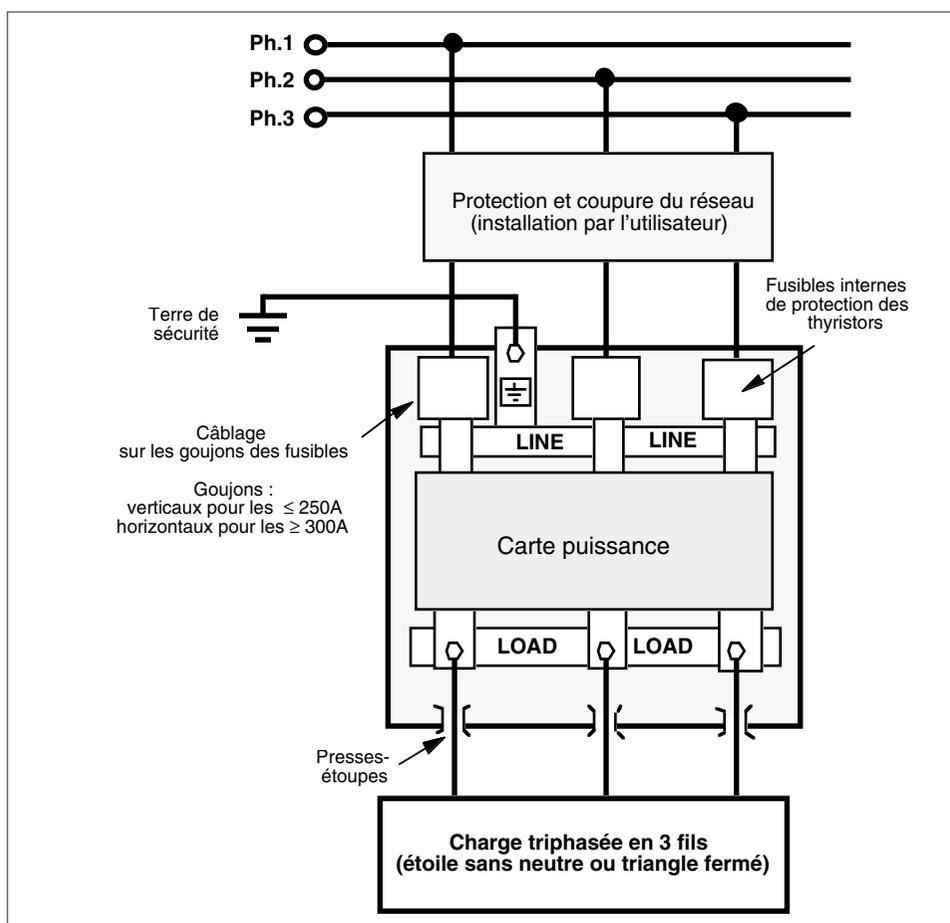


Figure 3-2 Branchement de puissance et de la terre de sécurité pour des charges en 3 fils

## Montage en Étoile avec neutre

Si la charge est câblée en "Étoile avec Neutre" (4 fils) il est impératif de **connecter le neutre** aussi sur le bornier neutre (borne **71**) en dessous du gradateur.

En mode de conduction "Angle de phase" le courant neutre comporte la somme des 3-èmes harmoniques de chaque phase. Pour les faibles angles de conduction (inférieure à  $60^\circ$ ) le courant passant dans le neutre des charges peut être jusqu'à **2 fois supérieur** au courant de ligne.

### Attention !



Ce courant nécessite un dimensionnement adapté du câble de neutre, surtout pour les charges avec un fort courant d'appel au démarrage.

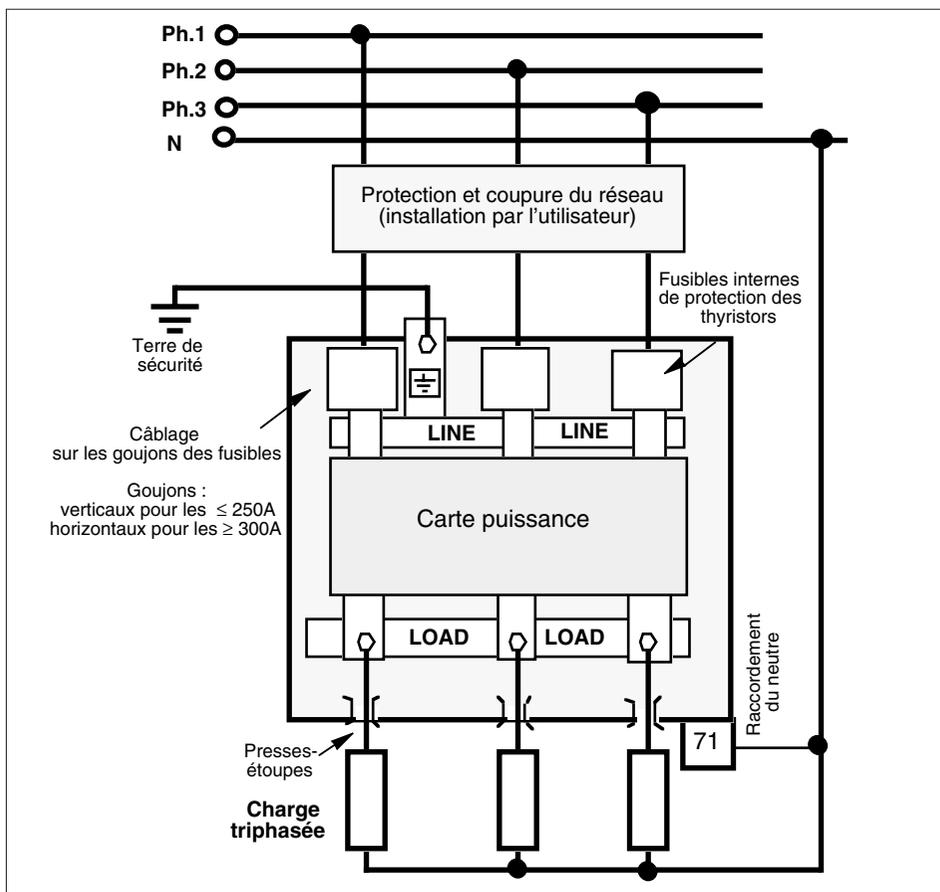


Figure 3-3 Branchement du réseau, de la terre de sécurité et du neutre pour une charge triphasée raccordée en "Étoile avec neutre" (4 fils)

## Montage en Triangle ouvert



### Important !

Impérativement respecter le branchement des charges indiqué ci-dessous.

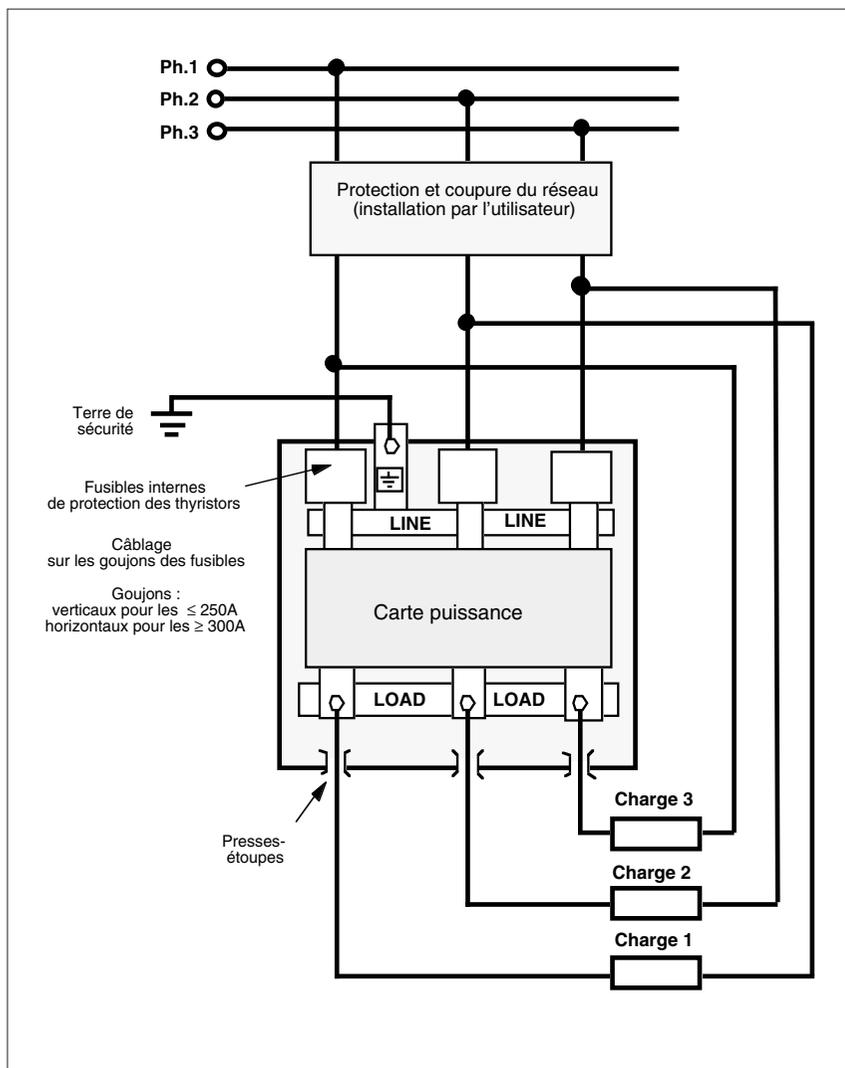


Figure 3-4 Branchement du réseau et de la terre de sécurité pour une charge raccordée en "Triangle ouvert" (6 fils)

## BORNIERS UTILISATEURS

### Présentation générale

Les borniers utilisateurs, situés en-dessous des gradateurs TC3001, sont destinés aux connexions suivantes :

- de l'alimentation auxiliaire,
- du neutre de référence (pour montage en Etoile avec neutre),
- des contacts des relais d'alarme.

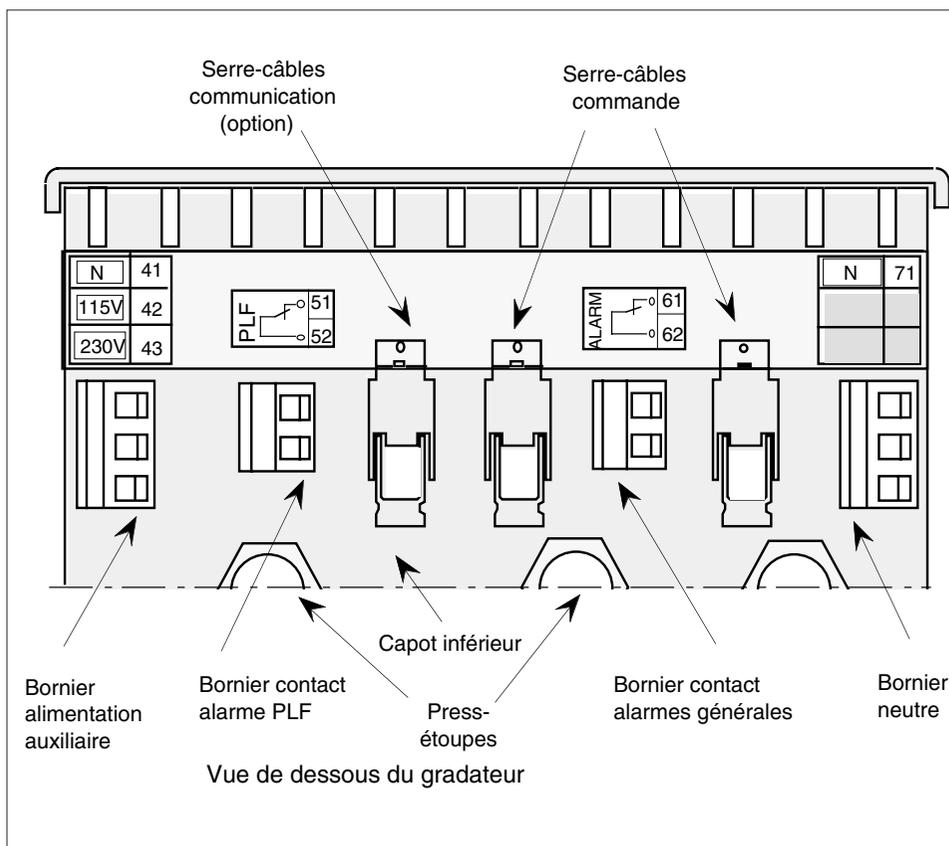


Figure 3-5 Borniers utilisateurs

Numéros des bornes	Destination
41 42 43	Alimentation auxiliaire : Neutre 115 V (réseau monophasé) 230 V (réseaux monophasé ou triphasé-entre phases)
51, 52	Contact du relais de détection de rupture partielle de charge : Contact ouvert en alarme ( <b>en standard</b> ) Contact fermé en alarme ( <b>option IPF</b> )
61, 62	Contact du relais des alarmes générales et de la détection de déséquilibre entre phases : Contact ouvert en alarme ( <b>option PLU</b> ) Contact fermé en alarme( <b>option IPU</b> )
71	Neutre de référence (uniquement en montage de charge «Etoile avec neutre»).

Tableau 3-2 Destination des bornes des borniers utilisateurs

La section des câbles et des fils de bas niveau est **1,5 mm<sup>2</sup>** maxi.

Couple de serrage : **0,7 N.m.**

## Alimentation auxiliaire

Le bornier utilisateur «Alimentation auxiliaire» assure l'alimentation de l'électronique et (pour les unités à partir de **100 A**) l'alimentation des ventilateurs.

Le bornier est situé en-dessous du gradateur à gauche.

La terre de l'électronique est en liaison (interne au gradateur) avec la terre de la partie puissance.

Le fil du neutre du réseau d'alimentation auxiliaire est connecté sur la borne **41**.

L'alimentation auxiliaire doit être connectée à un réseau monophasé **115V** ou à un réseau monophasé ou triphasé **230V** (entre phases).

La borne **42** est utilisée si la tension du réseau de l'alimentation auxiliaire est **115V** (codes d'alimentation auxiliaire de **100V** à **120V**).

La borne **43** du bornier utilisateur est utilisée si la tension du réseau de l'alimentation auxiliaire est **230V** (codes d'alimentation auxiliaire de **200V** à **240V**).

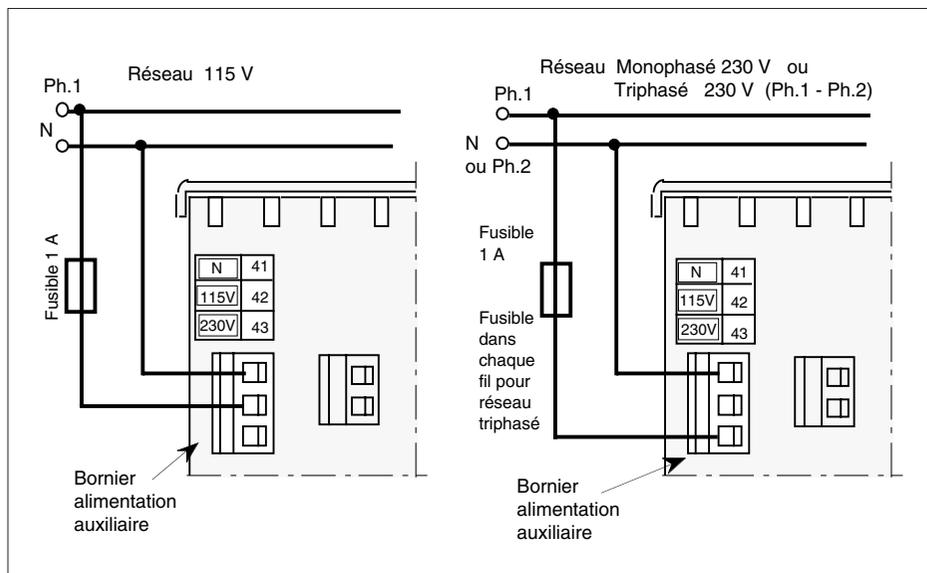


Figure 3-6 Raccordement de l'alimentation auxiliaire



### Attention !

Chaque fil allant vers une phase du réseau doit être protégé par un fusible 1 A.

## Neutre de référence

La connexion du neutre de référence s'effectue sur la borne **71** située sur le bornier neutre en dessous du gradateur à droite (voir figure 3-5).



### Attention !

Cette connexion se fait uniquement pour le montage des charges en étoile avec neutre.

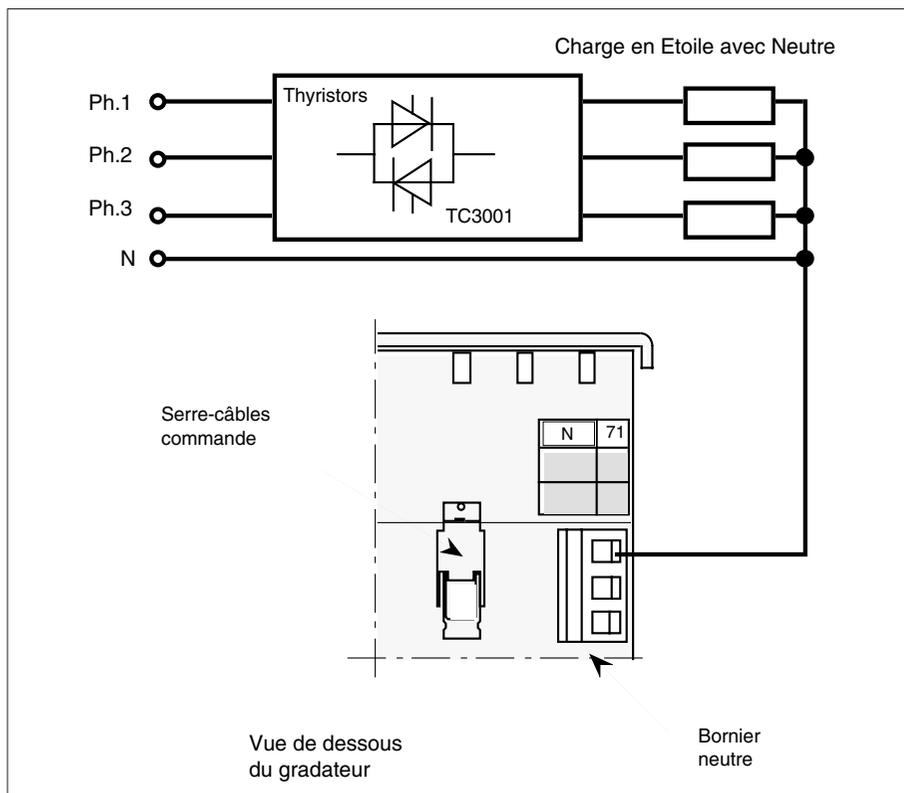


Figure 3-7 Raccordement du neutre

En cas de rupture de la liaison du neutre (mauvaise liaison électrique, fusion du fusible **F1** situé sur la carte puissance, etc) un **défaut artificiel** de la puissance est créé afin d'**arrêter** le fonctionnement de gradateur, puisque le système de régulation reçoit un mauvais signal de contre-réaction.

Ce défaut est signalé par apparition du message sur l'afficheur de la face avant :  
«F» «P» avant le mois de mai 1997 ou «F» «E» après le mois de mai 1997.

## Contacts d'alarmes

Les gradateurs TC3001 disposent de 2 relais d'alarme :

- de détection des alarmes générales (voir chapitre «Alarmes») et d'alarme déséquilibre des phases,
- de détection de rupture partielle de charge (alarme **PLF**).

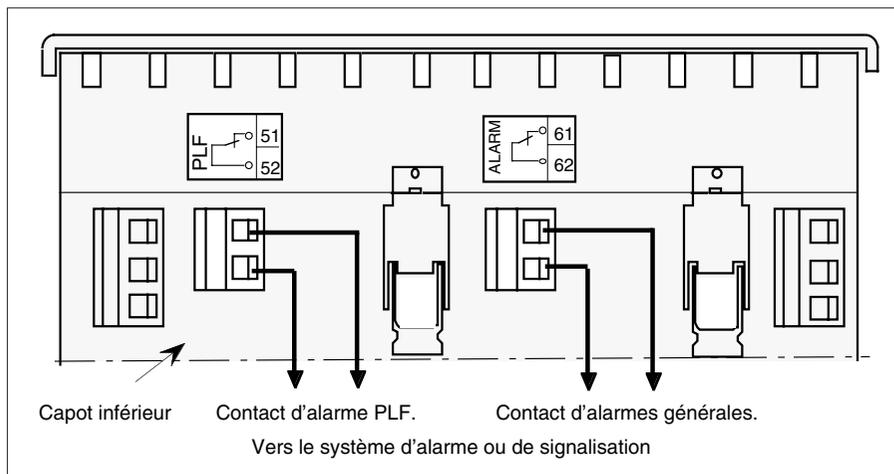


Figure 3-8 Connexion des contacts d'alarmes générales et PLF (vue de dessous)

Les sorties des contacts des relais d'alarmes sont prévues sur les borniers utilisateurs en dessous du gradateur et sont disponibles sans ouverture de la porte frontale.

### Important

Les contacts des relais sont protégés contre l'émission des parasites par les circuits RC internes.

Le type des contacts précisant l'état des alarmes est déterminé par la codification du gradateur.

Type alarme	Bornes	Type du contact	Codification
Alarme PLF	51, 52	N/O ouvert en alarme	En standard
		N/F fermé en alarme	IPF
Alarmes générales	61, 62	N/O ouvert en alarme	PLU
		N/F fermé en alarme	IPU

Tableau 3-3 Destination des bornes des contacts d'alarmes

## CABLES DE COMMANDE

### Attention !



Le branchement de la commande doit être effectué par des câbles **blindés et mis à la terre aux deux extrémités** afin d'assurer une bonne immunité contre les parasites.

**Séparer** les câbles de commande des câbles de puissance dans les chemins de câble.

## Fixation

Les fils de commande doivent être regroupés dans un câble blindé passant par le **serre-câbles** en dessous de l'unité.

Pour faciliter la mise à la terre de sécurité du blindage des câbles et pour assurer une immunité maximale aux perturbations électro-magnétiques, les serre-câbles métalliques sont fixés directement à la masse du gradateur TC3001.

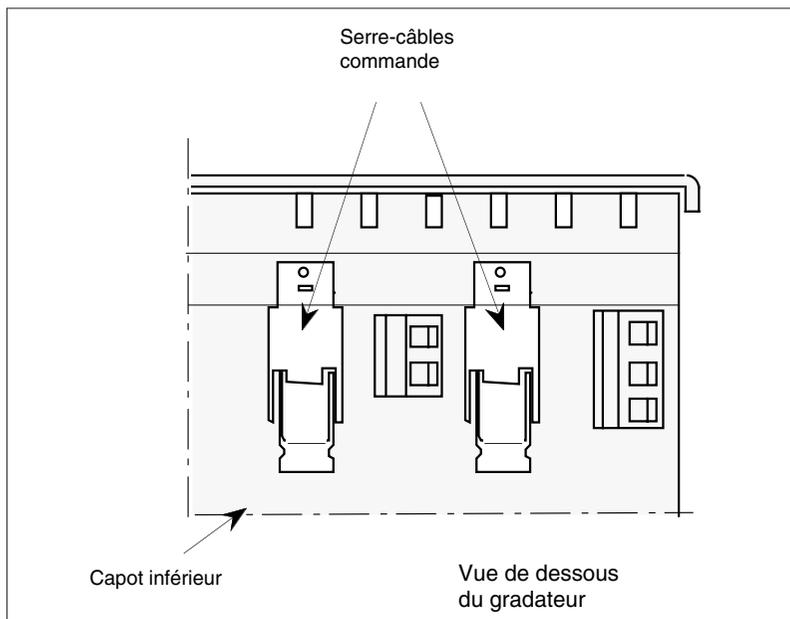


Figure 3-9 Fixation des câbles de commande

## Connexion du blindage à la masse

- **Dénuder** le câble blindé comme expliqué sur la figure 3-10,a.

La longueur des fils de commande doit assurer la liaison entre le serre-câbles métallique et les borniers utilisateurs de la carte commande, en position porte ouverte.

Le câblage à l'intérieur de l'unité doit être réalisé au plus court.

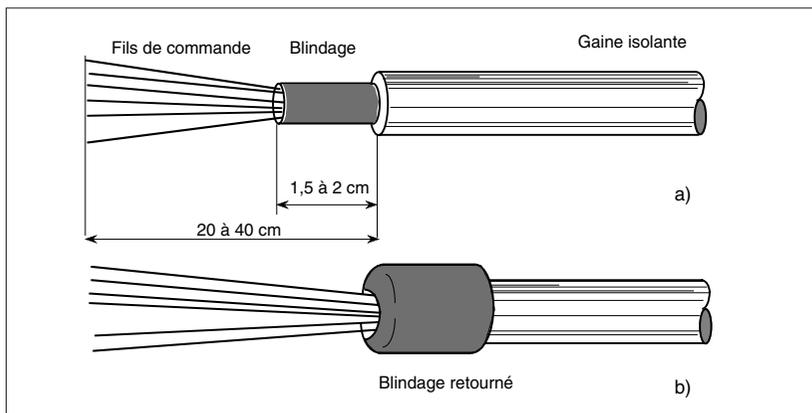


Figure 3-10 Dénudage du câble de commande

- **Retourner** le blindage sur la gaine isolante (figure 3-10,b).
- **Introduire** le câble dans le serre-câbles métallique de façon à ce que le blindage se trouve dans l'étrier et qu'il ne pénètre pas à l'intérieur de l'unité (au moins, de ne pas dépasser le capot inférieur).
- **Serrer** l'étrier (tournevis plat **4 x 1** ; couple de serrage **0,7 N.m.**).

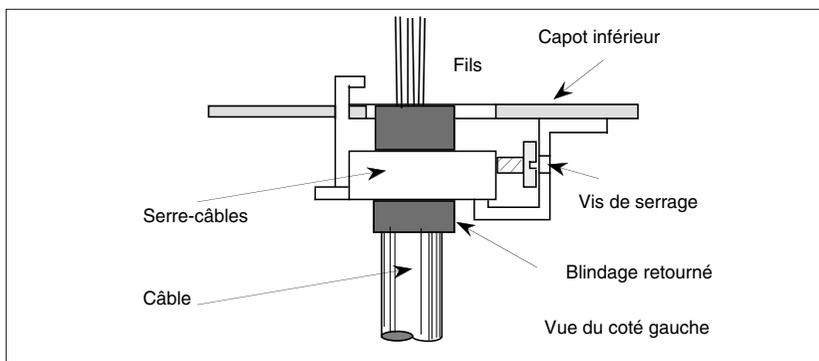


Figure 3-11 Serrage de câbles et mise à la masse du blindage

**Le diamètre possible des câbles avec le blindage retourné est de 5 à 10 mm par serre-câbles.**

---

## BORNIERS DE COMMANDE

Le branchement des fils de commande se fait sur la **carte commande** pour :

- la connexion de la consigne de commande
- les retransmissions des indications
  - tension,
  - courants,
  - paramètre contrôlé,
  - alarmes.



### Attention !

Pour des raisons de compatibilité électromagnétique, le branchement doit être effectué par des câbles et des fils blindés et mis à la terre (ou à la masse) aux deux extrémités.

---

Couple de serrage de bornes de commande : **0,7 N.m.**

Les borniers de la carte commande sont accessibles avec **la porte frontale ouverte**. Pour ouvrir la porte desserrer la **vis** frontale, libérer la porte de ses encoches en la soulevant vers le haut, puis la tirer vers soi.



### Danger !

Avec la porte ouverte les pièces sous tension dangereuse peuvent être accessibles si le gradateur TC3001 est sous tension.

---

## Présentation générale

Deux borniers utilisateurs se situent dans l'angle supérieur droit de la carte commande.

Le bornier «**Retransmission**» désigné **H13** sur la carte comporte **5** bornes repérées **01 à 05**.

Le bornier «**Commande**» (**H12**) comporte **7** bornes repérées de **11 à 17**.

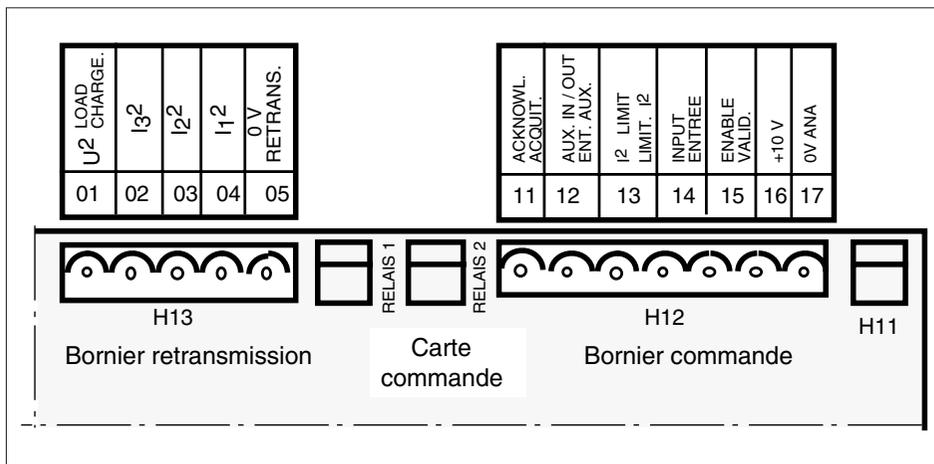


Figure 3-12 Borniers de la carte commande

Borne	Désignation sur l'étiquette	Destination
11	ACKNOWL. / ACQUIT.	Acquittement des alarmes
12	AUX. IN/OUT ENT. AUX.	Contre-réaction externe ou retransmission de paramètre contrôlé
13	I <sup>2</sup> LIMIT / LIMIT. I <sup>2</sup>	Limitation externe de courant
14	INPUT / ENTREE	Entrée de la commande
15	ENABLE / VALID.	Validation de fonctionnement du gradateur
16	+10 V	+10 V
17	0 V ANA	0 V des signaux analogiques

Tableau 3-4 Description du bornier Commande

Pour le fonctionnement correct du gradateur, la borne **15** («**VALID.**» - Validation ) doit être impérativement reliée au niveau «**+10 V**» disponible sur le même bornier (la borne **16**).

Cette liaison peut être permanente ou faite par intermédiaire d'un contact s'ouvrant sous l'action d'une sécurité permettant l'inhibition du gradateur (pendant la demi-période suivante).

## Commande externe

Le signal de la commande externe (consigne analogique externe) se connecte sur le bornier commande sur la carte commande, entre la borne **14** («ENTRÉE») et la borne **17** («0 V ANA» - 0 volt des signaux d'entrée analogique).

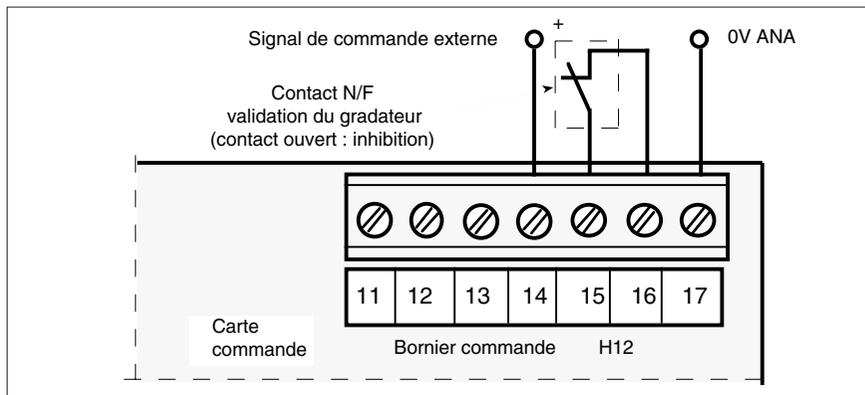


Figure 3-13 Branchement de la commande externe

## Commande manuelle

Il est possible de piloter le gradateur par la commande manuelle.

Pour le fonctionnement avec la commande manuelle, il faut utiliser un potentiomètre externe de **4,7 k $\Omega$  à 10 k $\Omega$**  branché entre les bornes **17** («0 V ANA») et **16** («+10 V»).

Le curseur du potentiomètre est relié à l'entrée analogique (borne **14**) du bornier commande.

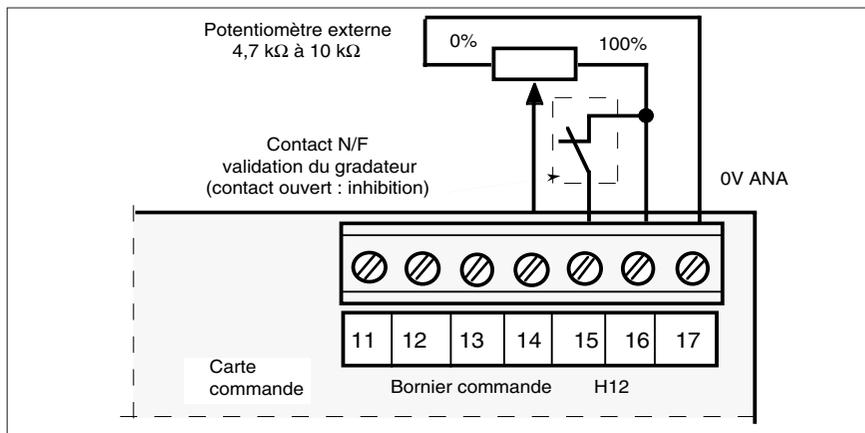


Figure 3-14 Branchement de la commande manuelle utilisant un potentiomètre externe

## Entrée / sortie auxiliaire

L'entrée / sortie auxiliaire (borne **12** - «ENT.AUX.» du bornier Commande) est utilisée pour transmettre ou recevoir, suivant la configuration :

- le paramètre contrôlé (sortie)
- la contre-réaction externe (entrée)
- la deuxième consigne analogique (entrée).

Si la retransmission du paramètre contrôlé a été configurée, le signal de contre-réaction interne est disponible entre les bornes **17** («0 V ANA») et **12** sous une forme de signal continu avec une échelle **0-10V**. Cette retransmission représente :

- soit la moyenne des carrés des trois courants efficaces,
- soit la tension efficace de la charge au carré,
- soit la puissance apparente ( $I_{\text{eff.moy}} \times U_{\text{eff.charge}}$ ).

Dans le cas où une régulation sur mesure externe est sélectionnée, le signal de contre-réaction externe doit être branché entre les bornes **17** et **12**.

Si une régulation de type sélecteur bas est sélectionnée, le **2-ème signal** de commande (deuxième consigne) doit être branché entre les bornes **12** et **17**.

Le gradateur TC3001 régulera alors sur le **plus faible** des 2 signaux de commande.

Les bornes **15** et **16** du bornier de commande sont reliées pour valider le gradateur.

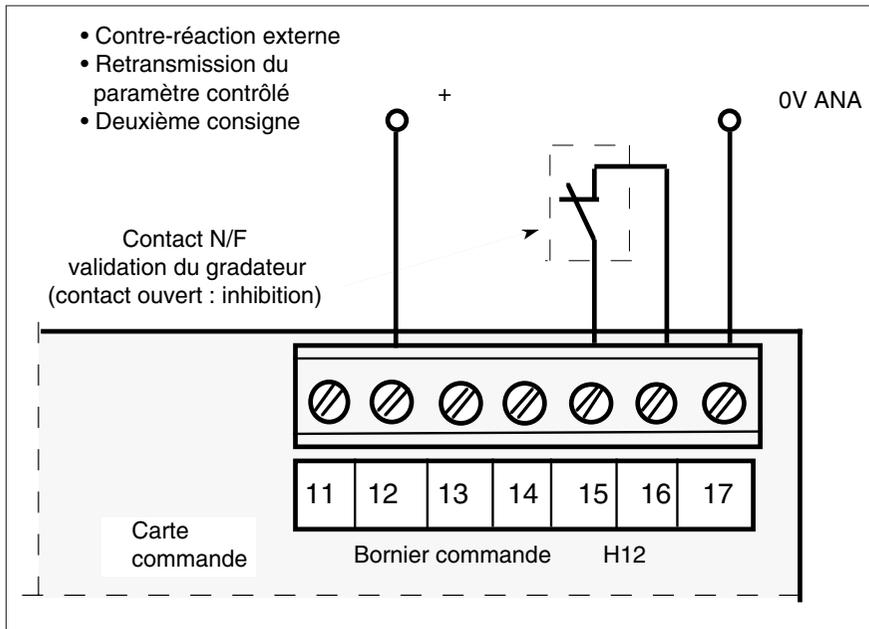


Figure 3-15 Branchement du signal auxiliaire (entrée ou sortie)

## Limitation externe de courant

Lorsque la limitation de courant par signal **externe** est configurée (voir chapitre «Configuration»), ce signal doit être branché entre la borne 17 («0 V ANA») et la borne 13 («LIMIT. F») du bornier commande. Dans ce cas le **potentiomètre** de limitation de courant en face avant du gradateur est **en cascade** avec le signal externe de limitation de courant.

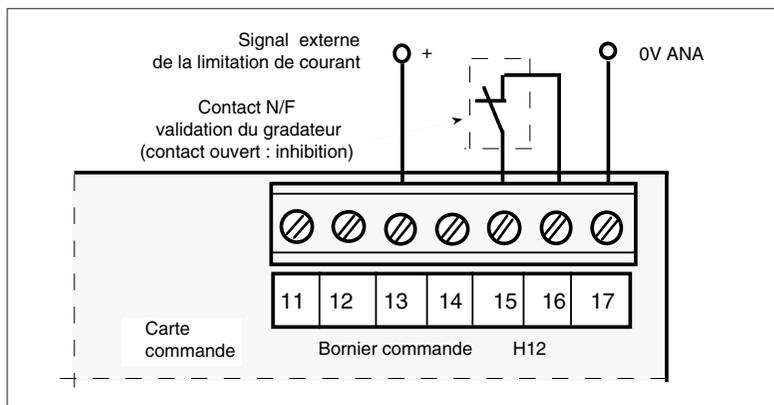


Figure 3-16 Branchement du signal de limitation externe de courant

## Acquittement d'alarmes

Après disparition de la cause de certaines alarmes (voir chapitre «Alarmes»), il est nécessaire d'effectuer un acquittement de l'alarme mémorisée pour un retour au fonctionnement normal du gradateur.

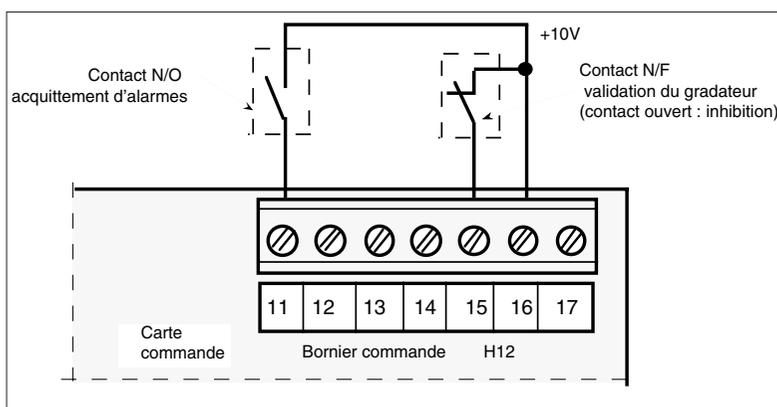


Figure 3-17 Acquittement d'alarme

L'acquittement d'alarme peut s'effectuer en reliant la borne 11 («ACQUIT.») du bornier commande au niveau «+ 10 V» (borne 16) ou aux +10 volts externes avec du 0 V commun.

## SIGNAUX DE RETRANSMISSION

Le gradateur **TC3001** dispose des retransmissions analogiques des mesures des courants et de la tension de charge et de retransmissions du paramètre contrôlé par le système de régulation.

Les retransmissions des courants et de la tension représentent les **carrés des mesures** des courants **efficaces** et le **carré de la mesure** de la tension **efficace** de charge.

Les retransmissions des mesures de  $I_1^2$ ,  $I_2^2$ ,  $I_3^2$  et  $U^2$  sous la forme de signaux filtrés continus (**0 - 10 V**) sont ressorties sur les bornes **01 à 05** du bornier retransmission de la carte commande (voir figure 3-12).

Borne	Désignation sur l'étiquette	Destination
01	$U^2$ LOAD/CHARGE	Retransmission du carré de la tension efficace de charge
02	$I_3^2$	Retransmission du carré du courant efficace de la phase 3
03	$I_2^2$	Retransmission du carré du courant efficace de la phase 2
04	$I_1^2$	Retransmission du carré du courant efficace de la phase 1
05	0 V RETRANS.	0 V commun des signaux de retransmission

Tableau 3-5 Description du bornier Retransmission (carte commande)

La constante de temps de filtrage de ces signaux étant de **270 ms**, ces signaux suivent la modulation de puissance des thyristors dès que le temps de conduction choisi en mode "Train d'ondes" est supérieur à **20 ms**.

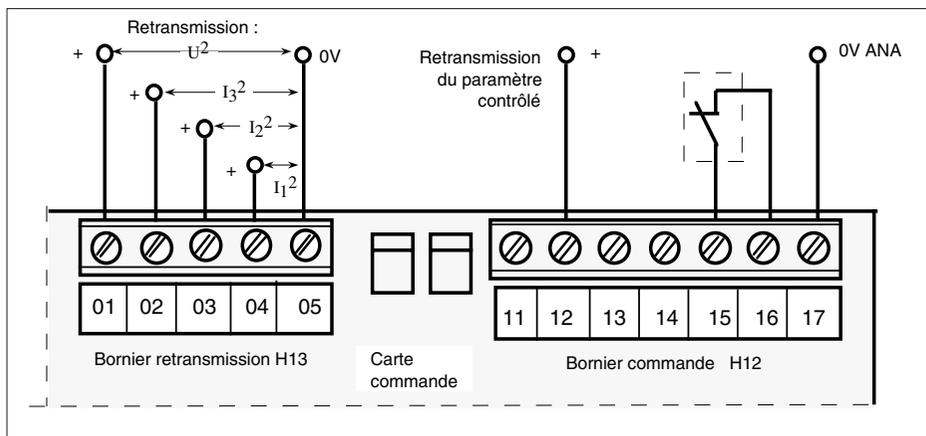


Figure 3-18 Branchement des signaux de retransmission

Dans le cas où la retransmission **du paramètre contrôlé** est sélectionnée par les cavaliers (voir «Configuration»), la sortie "ENT.AUX." (borne **12** du bornier commande) est disponible pour l'indication du signal de **contre-réaction** sous une forme de signal **continu**.

## Chapitre 4

# CONFIGURATION

Sommaire	page
Sécurité lors de la configuration .....	4-2
Carte puissance .....	4-3
Sélection de la tension .....	4-5
Adaptation au type de branchement des charges .....	4-6
Résistance de neutre .....	4-7
Carte commande .....	4-8
Alimentation auxiliaire .....	4-10
Configuration de la consigne principale .....	4-11
Configuration de la grandeur de régulation .....	4-11
Configuration de l'entrée / sortie auxiliaire .....	4-12
Consigne de la limitation de courant .....	4-13
Détection de PLU et de sous-tension .....	4-13
Configuration des modes de conduction des thyristors .....	4-14
Type de montage et type de charge .....	4-15
Type des contacts des relais d'alarmes .....	4-15
Rampe initiale .....	4-16
Calibration/Fonctionnement .....	4-16

## Chapitre 4 CONFIGURATION

### SÉCURITÉ LORS DE LA CONFIGURATION

En usine, la configuration du gradateur est effectuée par des **cavaliers** mobiles et des **ponts** soudés. La **reconfiguration** du gradateur sur site se fait par des **cavaliers**.



---

#### Important !

Le gradateur est livré entièrement configuré selon le code figurant sur l'étiquette d'identification.

---

Ce chapitre est présenté dans le but

- **de vérifier** que la configuration est conforme à l'application
- **de modifier**, si nécessaire, sur site certaines caractéristiques du gradateur.

Le microprocesseur prend en compte la configuration lors de la mise sous tension de l'alimentation de l'électronique du gradateur.

---

#### Danger !



Par mesure de sécurité la reconfiguration du gradateur par cavaliers doit être effectuée **hors tension** par une personne qualifiée et habilitée à effectuer des travaux dans l'environnement électrique basse tension en milieu industriel.

Avant de commencer la procédure de reconfiguration, vérifier que le gradateur est isolé et que la mise occasionnelle sous tension est impossible.

Après la reconfiguration du gradateur, corriger les codes figurant sur l'étiquette d'identification pour éviter tout problème de maintenance ultérieure.

---

## CARTE PUISSANCE

Les cavaliers de la carte puissance permettent de configurer :

- le choix de la tension d'alimentation triphasée pour la synchronisation et la mesure
- l'adaptation au type de branchement des charges.

Deux types de la carte puissance existent pour la série TC3001 :

- tension utilisation de **100 V à 500 V** et
- tension utilisation de **600 V à 690 V**.

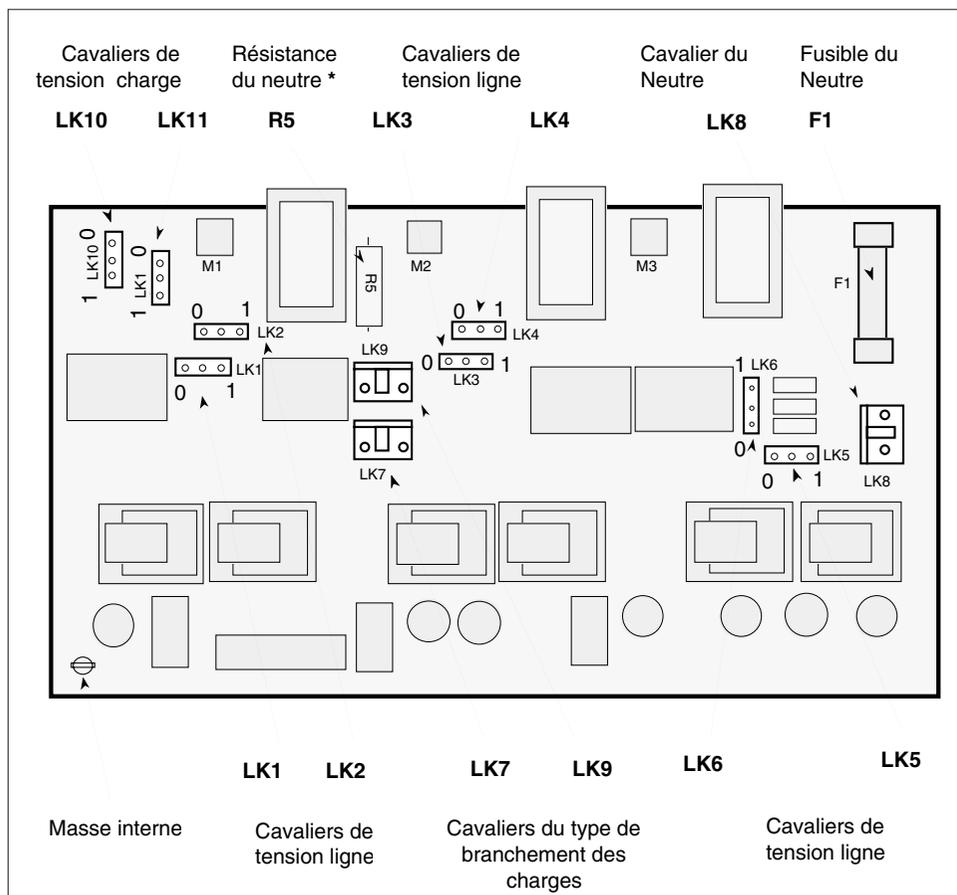


Figure 4-1 Emplacement des cavaliers sur la carte puissance 100 V à 500 V

\*) La résistance **R5** est installée dans les TC3001 fabriqués **avant le mois de mai 1997** uniquement

Pour les unités de puissance TC3001 aux tensions nominales **600 V à 690 V** entre phases la carte puissance **spéciale** est utilisée.

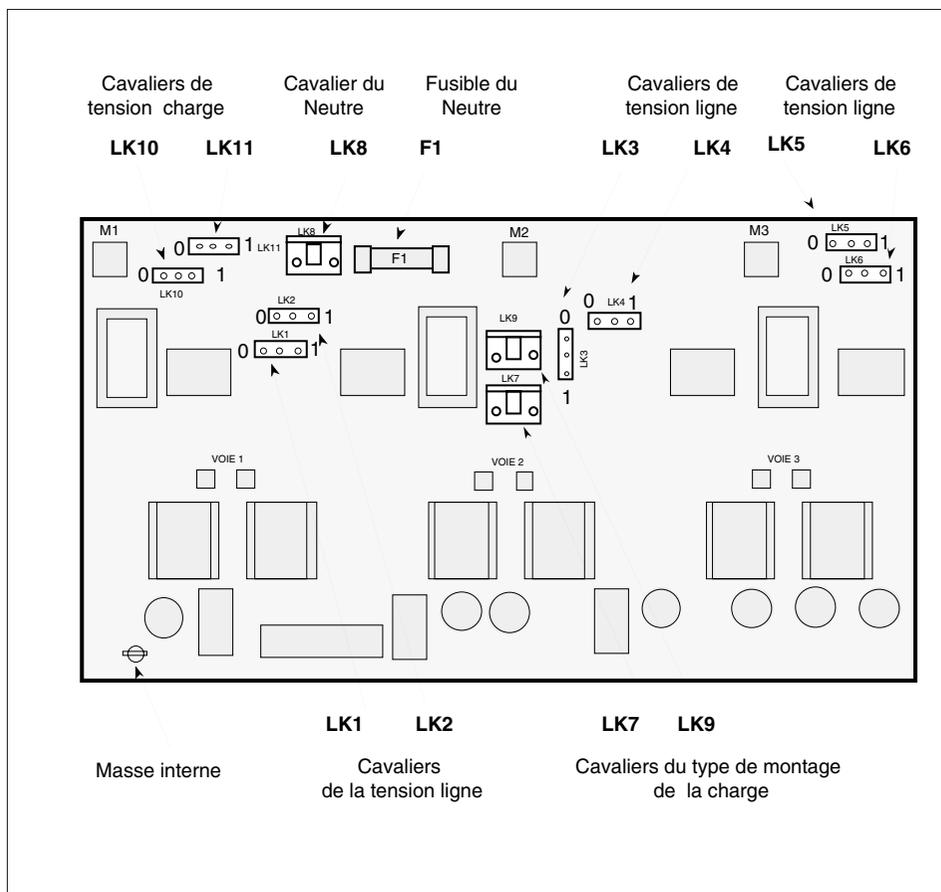


Figure 4-2 Emplacement des cavaliers sur la carte puissance 600 V à 690 V



**Attention!**

La résistance **R5** est **non installée** sur la carte 600 V à 690 V.

## Sélection de la tension

Pour la synchronisation de fonctionnement de l'électronique et pour la mesure, la tension ligne et la tension charge doivent être configurées suivant le réseau utilisé.

La tension triphasée de ligne et la tension de charge du gradateur **TC3001** à sa sortie d'usine sont configurées selon le code de la tension d'utilisation.

Une utilisation d'un gradateur **TC3001** sur une tension réseau **différente** de celle spécifiée à la commande, peut nécessiter de repositionner les cavaliers **LK1** à **LK6** (tension triphasée de ligne) et **LK10** et **LK11** (tension charge) sur la carte puissance.

Tension entre phases du réseau inférieure ou égale	Position des cavaliers	
	LK1, LK3, LK5 et LK10	LK2, LK4, LK6 et LK11
100, 110, 115 V, 120 V	1	1
200, 220, 230, 240 V	1	0
380, 400, 415, 440 V	0	1
480, 500 V	0	0
690 V	0	0

Tableau 4-1 Configuration de la tension ligne et de la tension charge



### Attention !

Ne pas utiliser un gradateur sur une tension réseau supérieure à la tension réseau spécifiée pour le gradateur.

## Adaptation au type de branchement des charges

La configuration d'un gradateur suivant le type de branchement des charges s'effectue par les cavaliers **LK7** à **LK9** sur la carte puissance et par les cavaliers **K5** et **K6** sur la carte commande (voir page 4-13).



### Attention !

Il est nécessaire de vérifier que la position des cavaliers LK7 à LK9 (tableau 4-2) corresponde bien à la position des cavaliers K5 et K6 (tableau 4-12).

Montage de la charge	Code	Position des cavaliers de la carte puissance		
		LK7	LK8	LK9
Etoile sans neutre (3 fils)	3S	Cavalier	Ouvert	Ouvert
Etoile avec neutre (4 fils) Branchement du fil du neutre sur le bornier utilisateur en-dessous du gradateur	4S	Ouvert	Cavalier	Ouvert
Triangle fermé (3 fils)	3D	Cavalier	Ouvert	Ouvert
Triangle ouvert (6 fils)	6D	Ouvert	Ouvert	Cavalier

Tableau 4-2 Configuration du type de montage des charges

## Résistance de neutre

### Pour les gradateurs TC3001 fabriqués avant le mois de mai 1997

Une résistance de neutre est montée sur la carte puissance (**R5** sur la figure 4-1) pour le montage en **étoile avec neutre** (code **4S**) .

La valeur de la résistance R5 dépend de la tension d'utilisation.

Pour les autres types de montage (codes 3S, 3D et 6D) la résistance R5 est **absente**.

Le gradateur de puissance configuré en sortie de l'usine pour le montage en **3** ou **6** fils peut être **reconfiguré** pour le montage en **Etoile avec neutre** suivant le tableau 4-2 à condition d'**implanter** la résistance **R5** sur la carte puissance.

Pour cette reconfiguration (ou pour une autre tension d'utilisation en étoile avec neutre) la résistance R5 doit être **commandée** suivant les références :

CZ 17498810K (10 k $\Omega$ ) pour 120 V max  
CZ 17498827K (27 k $\Omega$ ) pour 240 V max  
CZ 17498833K (33 k $\Omega$ ) pour 440 V max  
CZ 17498856K (56 k $\Omega$ ) pour 500 V max .

Pour les TC3001 de **500 V** à **690 V** la résistance R5 est **absente** pour tous les types de montage.

### Pour les gradateurs TC3001 fabriqués à partir du mois de mai 1997

La résistance R5 est **absente** pour toutes les configurations de la charge.

## CARTE COMMANDE

Les cavaliers de la carte commande permettent de configurer :

- l'alimentation auxiliaire,
- des signaux de commande,
- le type de la limitation de courant,
- le mode de conduction des thyristors,
- le type de montage de charge,
- le type de fonctionnement,
- le type des contacts des relais d'alarmes.

Les fonctions des cavaliers de la carte commande sont récapitulées dans le tableau suivant.

Fonction	Cavaliers	Configuration voir page
Alimentation auxiliaire	Ponts soudés LK1 et LK2	4-10
Signaux de la consigne principale	J11 à J15	4-11
Entrée ou sortie auxiliaire	J36 et SW1	4-12
Type de l'entrée/sortie auxiliaire	J31 à J35	4-12
Type de réglage de la limitation de courant	S1, S2	4-13
Signal de limitation externe de courant	J21 à J25	4-13
Mode de conduction des thyristors	K1 et K2	4-14
Action de la rampe de changement de consigne ou démarrage/arrêt progressif	K3 et K4	4-14
Type de montage de la charge	K5 et K6	4-15
Type de charge	K7	4-15
Détection du déséquilibre de la charge	K12	4-13
Paramètre (grandeur) de régulation	K8 et K9	4-11
Action de deuxième consigne	K10	4-12
Rampe initiale	K13	4-16
Type des contacts des relais	VX1 et VX2	4-15
Calibration / Fonctionnement	M1 à M4	4-16
Niveau d'alarme sous-tension	K11	4-13

Tableau 4-3 Fonctions des cavaliers de la carte commande

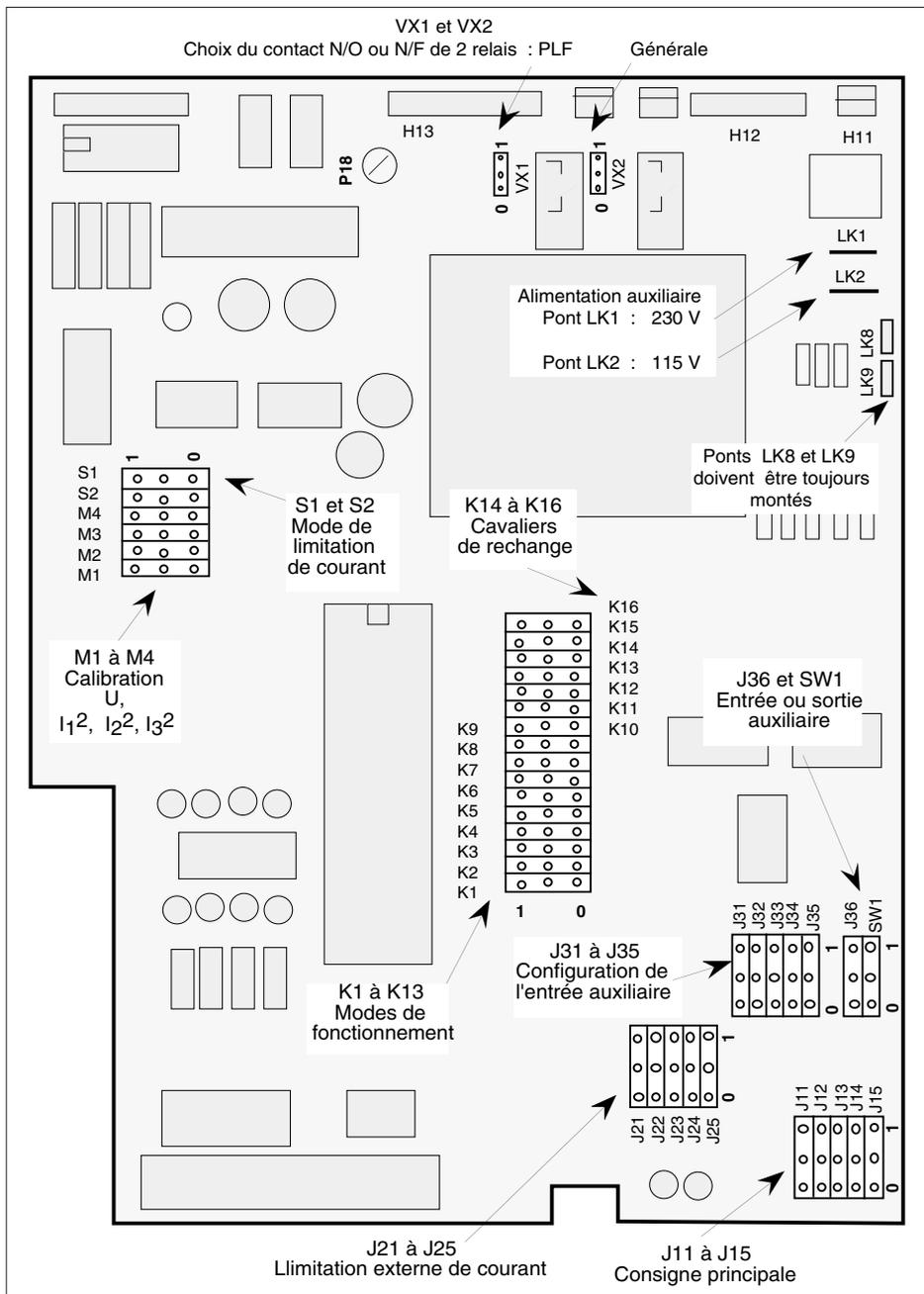


Figure 4-3 Emplacement des cavaliers de configuration et de calibration sur la carte commande

## Alimentation auxiliaire

Deux ponts soudés **LK1** et **LK2** de la carte commande permettent de configurer la tension auxiliaire (l'alimentation de l'électronique et du ventilateur) en **100 V à 120 V** ou en **200 V à 240 V**.

---

**Nota** : Sur la carte puissance sont disposés des cavaliers aussi indiqués **LK**.

---

Tension auxiliaire	Pont soudé à l'usine sur la carte commande
100/110/115/120 V	LK2
200/220/230/240 V	LK1

Tableau 4-5 Configuration de l'alimentation auxiliaire

---

### Attention !

Les ventilateurs pour les unités ventilées sont **mono-tensions**.

**Il n'est pas possible de les alimenter sous une autre tension que celle indiquée sur le ventilateur.**



Par conséquent, il est indispensable que la **configuration** de la tension de l'alimentation auxiliaire **corresponde** à la tension nominale du ventilateur.

---

## Configuration de la consigne principale

Les cinq cavaliers **J11** à **J15** servent à la configuration du type de signal de la consigne principale de commande analogique ( tension ou courant) et de l'échelle de signal parmi les six échelles disponibles.

Type et échelle du signal de la consigne principale		Position des cavaliers				
		J11	J12	J13	J14	J15
Tension	0 - 5 V	1	1	0	0	0
	1 - 5 V	0	1	0	0	0
	0 - 10 V	1	0	1	0	0
	2 - 10 V	0	0	1	0	0
Courant	0 - 20 mA	1	0	0	1	1
	4 - 20 mA	0	0	0	1	1

Tableau 4-5 Configuration du signal de la consigne principale

## Configuration de la grandeur de régulation

La **grandeur de régulation** (contre-réaction, paramètre contrôlé) est sélectionnée par la position des cavaliers **K8** et **K9**.

Grandeur de régulation	Position des cavaliers	
	K8	K9
Puissance ( $U \times I$ )	1	1
Moyenne des carrés des courants des trois phases ( $I^2$ )	0	1
Carré de la tension de charge ( $U^2$ )	1	0
Mesure externe *)	0	0

Tableau 4-6 Configuration de la grandeur de régulation

\*) Quand la régulation est effectuée sur la mesure externe, la position des cavaliers **K10**, **J36** et **SW1** est à **0**.

## Configuration de l'entrée / sortie auxiliaire

La position des cavaliers **J36** et **SW1** définit la destination de l'entrée/sortie auxiliaire (borne **12** du bornier commande) :

- **soit l'entrée** (utilisée pour la deuxième consigne et pour le signal de mesure externe)
- **soit la sortie** (utilisée pour la retransmission du paramètre contrôlé).

La sortie de retransmission a une échelle : **0 - 10 V**.

La position du cavalier **K10** détermine :

- l'état actif de la deuxième consigne (régulation sélecteur **bas**) ou
- le mesure externe.

Type de l'entrée/sortie auxiliaire	Position des cavaliers		
	K10	J36	SW1
Deuxième consigne	1	0	0
Retransmission de la grandeur de régulation	0	1	1
Mesure externe *)	0	0	0

Tableau 4-9 Configuration du type de l'entrée / sortie auxiliaire

\*) Voir configuration de la grandeur de régulation, tableau 4-6

Lorsque le fonctionnement sur la mesure externe ou avec la deuxième consigne est choisi, le type (tension ou courant) et l'une des six échelles de signaux sont configurés à l'aide des cavaliers **J31** à **J35**.

Destination de l'entrée/sortie auxiliaire	Type et échelle du signal		Position des cavaliers				
			J31	J32	J33	J34	J35
Mesure externe ou Deuxième consigne	Tension	0 - 5 V	1	1	0	0	0
		1 - 5 V	0	1	0	0	0
		0 - 10 V	1	0	1	0	0
		2 - 10 V	0	0	1	0	0
	Courant	0 - 20 mA	1	0	0	1	1
		4 - 20 mA	0	0	0	1	1
Retransmission de la grandeur de régulation	Tension	0 - 10 V	1	0	0	0	0

Tableau 4-8 Configuration de l'échelle de la sortie/entrée auxiliaire

## Consigne de limitation de courant

La consigne «**Limitation de courant**» correspond à la valeur du **seuil** d'intensité admissible par la charge. Cette valeur est fixée par l'utilisateur.

La consigne de limitation de courant peut provenir :

- soit du **potentiomètre** de face avant du gradateur
- soit d'un **signal** analogique **externe** en cascade avec le potentiomètre de face avant.

L'action du gradateur TC3001 (variation de l'angle d'ouverture des thyristors ou arrêt de conduction) en cas de dépassement du seuil d'intensité fixé par la consigne de limitation de courant, dépend du mode de conduction des thyristors (voir Codification et «Fonctionnement de la limitation de courant», page 5-28).

Le cavalier **S1** effectuent le choix entre la consigne de limitation de courant par le potentiomètre de face avant **en cascade** avec un signal externe ou **uniquement** par le potentiomètre. Le cavalier **S2** doit être toujours en position **0**.

Lorsque le réglage du seuil de la limitation de courant par le signal externe est choisie, les cinq cavaliers **J21** à **J25** déterminent le type et l'échelle du signal analogique externe.

Mode de réglage du seuil d'intensité	Type et échelle du signal de limitation externe de courant	Position des cavaliers							
		J21	J22	J23	J24	J25	S1	S2	
Par potentiomètre et signal externe	Tension	0 - 5 V	1	1	0	0	0	1	0
		1 - 5 V	0	1	0	0	0		
		0 - 10 V	1	0	1	0	0		
		2 - 10 V	0	0	1	0	0		
	Courant	0 - 20 mA	1	0	0	1	1		
		4 - 20 mA	0	0	0	1	1		
Par potentiomètre en face avant seul							0	0	

Tableau 4-9 Configuration de la consigne de limitation de courant

## Détection de PLU et de sous-tension

L'action de détection de l'alarme **PLU** (Partial Load Unbalance) est déterminée par le cavalier **K12** (la détection est inhibée si **K12 = 0**).

Le cavalier **K11** doit être toujours à **0** (inhibition au-dessous de **70%** de la tension de calibration).

## Configuration des modes de conduction des thyristors

Le mode de **conduction** des thyristors et la présence de la rampe des changements de consigne ou des démarrage/arrêt progressifs sont déterminés par la position des cavaliers **K1** à **K4**.

Mode de conduction des thyristors	Position des cavaliers	
	K1	K2
Logique (Tout ou rien)	0	0
Variation d'angle d'ouverture des thyristors (Angle de phase)	0	1
Train d'ondes	1	0
Train d'angles de phase (train d'ondes avec variation d'angles d'ouverture des thyristors)	1	1
	<b>Attention :</b> en Train d'angles de phase le cavalier <b>K13</b> doit être en <b>1</b>	

Tableau 4-10 Configuration des modes de conduction des thyristors

Rampe en démarrage/arrêt progressifs	Position des cavaliers	
	K3	K4
Sans rampe et sans démarrage / arrêt progressifs, ou Réglage de l'angle de retard, ou Train d'angles de phase	0	0
Rampe positive en Angle de phase, ou Démarrage progressif en Train d'ondes et en Logique	1	0
Rampes positive et négative en Angle de phase, ou Démarrage / arrêt progressifs en Train d'ondes et en Logique	1	1

Tableau 4-11 Présence de la rampe en démarrage/arrêt progressifs

Le **nombre de périodes** du cycle de conduction de Train d'ondes et de Train d'angles de phase, la durée de la rampe sur les changements de consigne ou le **temps** de démarrage /arrêt progressifs sont réglables à l'aide des potentiomètres en face avant (voir chapitre «Fonctionnement»).

## Type de montage et type de charge

La configuration de branchement des charges triphasées est déterminée par la position des cavaliers **K5** et **K6** de la carte commande ainsi que **LK7**, **LK8** et **LK9** de la carte puissance.

### Attention !



Vérifier que la configuration de charge par les cavaliers **LK7** à **LK9** (tableau 4-2) corresponde bien à la configuration des cavaliers **K5** et **K6** (voir ci-dessous).

Type de montage des charges triphasées et type de charge	Position des cavaliers		
	K5	K6	K7
Etoile sans neutre (3 fils)	0	0	
Etoile avec neutre (4 fils)	1	0	
Triangle fermé (3 fils)	0	1	
Triangle ouvert (6 fils)	1	1	
Charge résistive			0
Charge inductive ou transformateur			1

Tableau 4-12 Configuration tu type de montage des charges et du type de charge

## Type des contacts des relais d'alarmes

Les relais des **Alarmes Générales** et de Rupture Partielle de la Charge (**PLF**) sont **désexcités** au moment de l'alarme ou lorsque l'alimentation de l'électronique est coupée.

Les cavaliers **VX1** et **VX2** déterminent le type des contacts (**ouvert** ou **fermé** en alarme).

Le contact configuré est disponible sur le bornier utilisateur en-dessous du gradateur (figure 3-5).

### Important !



Les contacts des relais sont protégés par les circuits RC contre l'émission des parasites.

Type du contact de relais	Position des cavaliers	
	VX1	VX2
	Relais d'alarme PLF	Relais des Alarmes Générales
Ouvert en alarme	1	1
Fermé en alarme	0	0

Tableau 4-13 Configuration du type du contact des relais

## Rampe initiale

Le gradateur peut être configuré avec une variation progressive d'angle de conduction lors de chaque mise sous tension (**rampe initiale**) ou après une coupure de tension supérieure à **20 ms**.

Rampe initiale	Position du cavalier K13	Remarque importante
Pas de rampe initiale	0	En Train d'angles de phase
Rampe initiale activée	1	le <b>K13</b> doit être en <b>1</b>

Tableau 4-14 Configuration de la rampe initiale

Si le cavalier **K13 = 1**, lors de la mise sous tension la rampe de **32 périodes** est appliquée pour le **premier** train d'ondes et en modes Logique ou Phase angle. Pendant 32 périodes, les thyristors dans chaque voie passent progressivement de l'état bloqué à la pleine conduction.

Telle rampe assure une **mise sous tension aisée** et en **sécurité**.

Les trains d'ondes suivants démarrent au zéro de tension pour les charges purement résistives.

En **sortie** d'usine la Rampe initiale est **active** (**K13** est en position **1**).

## Calibration / Fonctionnement

Les cavaliers **M1** à **M4** servent à configurer le gradateur soit en **position calibration**, soit en **position fonctionnement** normal, hors procédure de calibration.

La calibration du gradateur s'effectue facilement par les potentiomètres **P6** à **P9** de la carte potentiomètres (voir chapitre «Mise en route»).

Les signaux analogiques de calibration (ou les images des courants efficace et de la tension charge) peuvent être lus par la boîte diagnostique **EUROTHERM**, type **260** (voir page 6-6). Un connecteur diagnostique est prévu à cet effet sur la face avant du gradateur.

Paramètre calibré ou image d'un paramètre de fonctionnement		Cavalier correspondant	Position des cavaliers	
			Calibration du gradateur	Fonctionnement du gradateur
Carré de tension de charge	$U^2$	M1	0	1
Carré du courant efficace d'une phase	$I_1^2$	M2	0	1
	$I_2^2$	M3	0	1
	$I_3^2$	M4	0	1

Tableau 4-15 Configuration du mode d'utilisation du gradateur (calibration ou fonctionnement normal)

## Chapitre 5

# FONCTIONNEMENT

Sommaire	Page
Schéma-bloc .....	5-2
Thyristors .....	5-3
Carte puissance .....	5-3
Carte potentiomètres .....	5-3
Afficheur .....	5-3
Connecteur diagnostique .....	5-3
Carte commande .....	5-4
Modes de conduction des thyristors .....	5-5
Mode «Angle de phase» .....	5-5
Mode «Logique » .....	5-8
Mode «Train d'ondes » .....	5-11
Mode «Train d'angles de phase » .....	5-13
Fonctions des potentiomètres de réglage .....	5-14
Potentiomètre «Rampe PA/Retard TO» .....	5-16
Rampe de changement de consigne .....	5-17
Démarrage/arrêt progressifs .....	5-19
Angle de retard .....	5-22
Potentiomètre «Temps réponse» .....	5-23
Temps de réponse standard en « Angle de phase» .....	5-23
Nombre de périodes de conduction du train d'ondes élémentaire .....	5-24
Potentiomètre «Limit. de consigne» .....	5-25
Potentiomètre «Défaut de charge» .....	5-26
Potentiomètre «Limit. I <sup>2</sup> » .....	5-27
Fonctionnement de la limitation de courant .....	5-28
Fonctionnement de la régulation .....	5-29
Carré de courant .....	5-30
Carré de tension de charge .....	5-30
Puissance .....	5-30
Mesure externe .....	5-30

# Chapitre 5 FONCTIONNEMENT

## SCHÉMA-BLOC

L'interaction des parties principales du gradateur est présentée sur la figure 5-1.

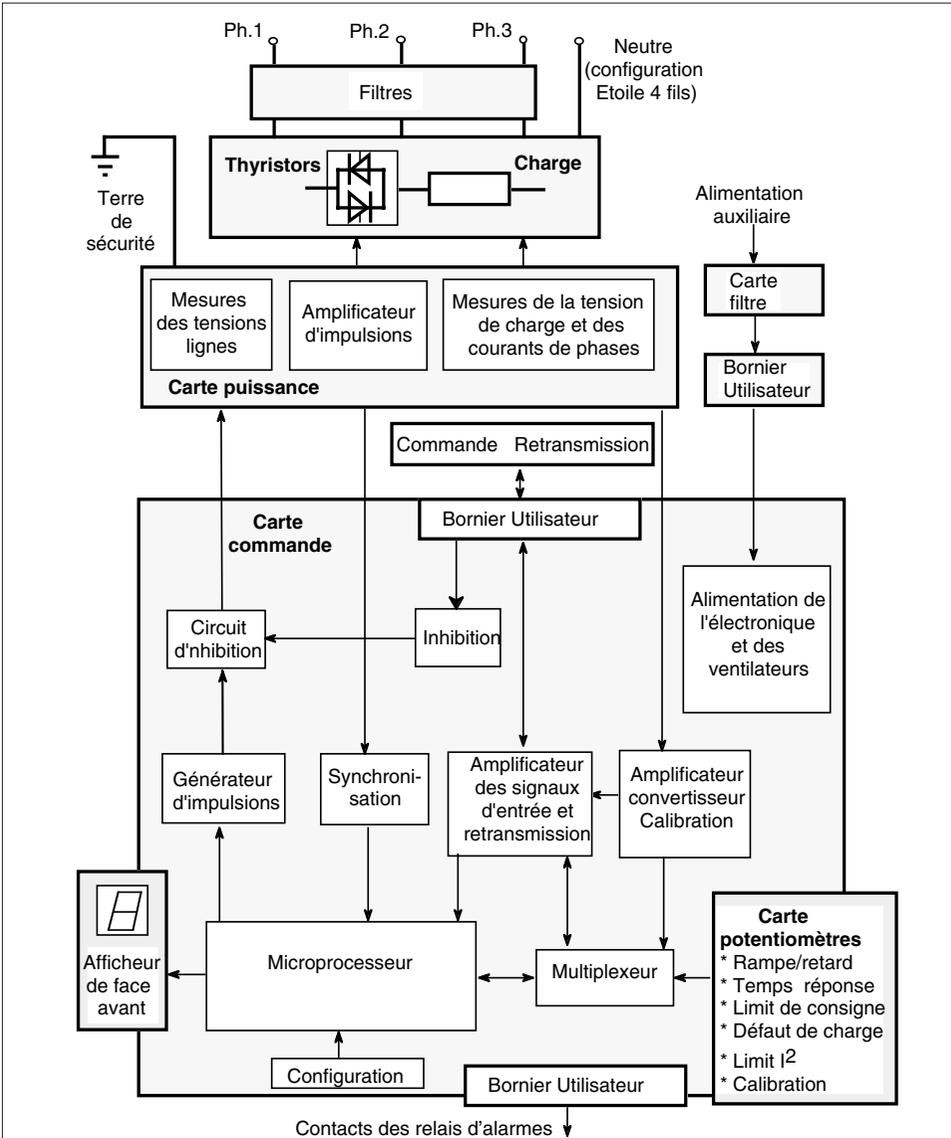


Figure 5-1 Schéma-bloc du gradateur TC3001

## Thyristors

Les 3 paires de thyristors assurent la modulation de la tension du réseau qui est appliquée à la charge triphasée.



### Danger !

Les thyristors jusqu'à **250 A** nominal sont montés en module **isolé** du radiateur.  
Les radiateurs des unités de **300 A à 500 A** sont **non isolés** par rapport aux thyristors.

## Carte puissance

Les impulsions d'amorçage des thyristors, générées par la carte commande, sont amplifiées et transmises aux thyristors à travers des **transformateurs** d'impulsions qui assurent l'isolement.

Trois transformateurs d'intensité permettent la **mesure des courants** de phases et un transformateur de tension sert à la **mesure de la tension** de charge.

Trois transformateurs de tension permettent la **synchronisation** sur la tension réseau.

## Carte potentiomètres

**Cinq** potentiomètres de **fonctionnement** situés sur la **carte potentiomètres** (qui est montée perpendiculairement à la carte commande) sont accessibles en face avant. Ils servent au réglage des principaux paramètres de fonctionnement du gradateur sans nécessité d'ouvrir la porte frontale.

**Quatre** potentiomètres de **calibration** sont accessibles lorsque la porte avant est ouverte.

Les fonctions des potentiomètres de fonctionnement sont indiquées sur la face avant du gradateur, elles sont expliquées dans le paragraphe correspondant (page 5-15).

La carte potentiomètres dans le cas d'un changement du gradateur peut-être transférée sur le nouveau gradateur et conserve ainsi tous les réglages spécifiques à l'application concernée.

## Afficheur

L'afficheur à **7 segments** sert aux messages fixes et clignotants indiquant le mode de fonctionnement actuel du gradateur, l'état des alarmes et le type d'erreur ou de défaut.

## Connecteur diagnostique

Les valeurs issues de la régulation et du fonctionnement du gradateur sont disponibles sur le connecteur diagnostique situé sur la face avant. Il permet de mesurer les tensions de 20 points du circuit électronique avec une boîte diagnostique EURO THERM, type 260.

## Carte commande

Les signaux analogiques de commande et les retransmissions de paramètres sont appliqués aux **borniers utilisateurs** de la carte commande.

Le **générateur d'impulsions** délivre les impulsions d'amorçage pour les gâchettes des thyristors sur la demande du microprocesseur.

Une ligne d'inhibition bloque les oscillations en cas de dévalidation du gradateur (par la déconnexion de l'entrée "Validation" de la borne "+10V" du bornier utilisateur ou par l'entrée externe).

Le circuit de **synchronisation** fournit au microprocesseur trois signaux correspondant au signe des tensions de ligne mesurées et un signal correspondant au passage à zéro des tensions.

Un circuit élévateur au carré fournit quatre signaux correspondants au carré des signaux mesurés :  $I_1^2$ ,  $I_2^2$ ,  $I_3^2$  et  $U^2$ .

Un circuit «**OU**» sélectionne la plus grande valeur parmi les carrés des trois courants, celle-ci est comparée à un seuil réglable de la consigne de la limitation de courant.

Le **multiplexeur** sélectionne le signal appliqué à l'entrée du convertisseur analogique/numérique interne au microprocesseur parmi les mesures, les tensions des potentiomètres de face avant et des signaux de commande, en fonction du déroulement du programme.

Le **microprocesseur** de la carte commande contrôle tout le fonctionnement du gradateur et l'affichage des messages.

L'amplification des signaux d'entrée assure la conversion des signaux bas niveau et l'amplification des retransmissions.

Deux **relais** permettent la détection externe de l'état actif des alarmes.

Chaque liaison externe, chaque signal de commande ou de retransmission et l'alimentation auxiliaire sont protégés des parasites par un filtre.

Un **connecteur diagnostique** situé sur la face avant du gradateur permet, avec la boîte diagnostique **EUROTHERM type 260**, de contrôler ou de mesurer les paramètres principaux de fonctionnement du gradateur.

Le **watchdog** surveille le bon déroulement du logiciel; en cas de défaut il envoie un signal de «**Reset**» au microprocesseur.

## MODES DE CONDUCTION DES THYRISTORS

### Mode «Angle de phase»

Dans le mode «**Angle de phase**» la puissance transmise à la charge est contrôlée en faisant conduire les thyristors sur une partie de l'alternance de la tension du réseau.

Pour le raccordement de charge triphasée en étoile **avec neutre**, la tension de charge est composée de portions d'alternances de tension "**phase-neutre**" du réseau.

Pour le montage de charge triphasée en triangle **ouvert**, la tension de charge est composée de portions d'alternances de tension **entre phases** du réseau.

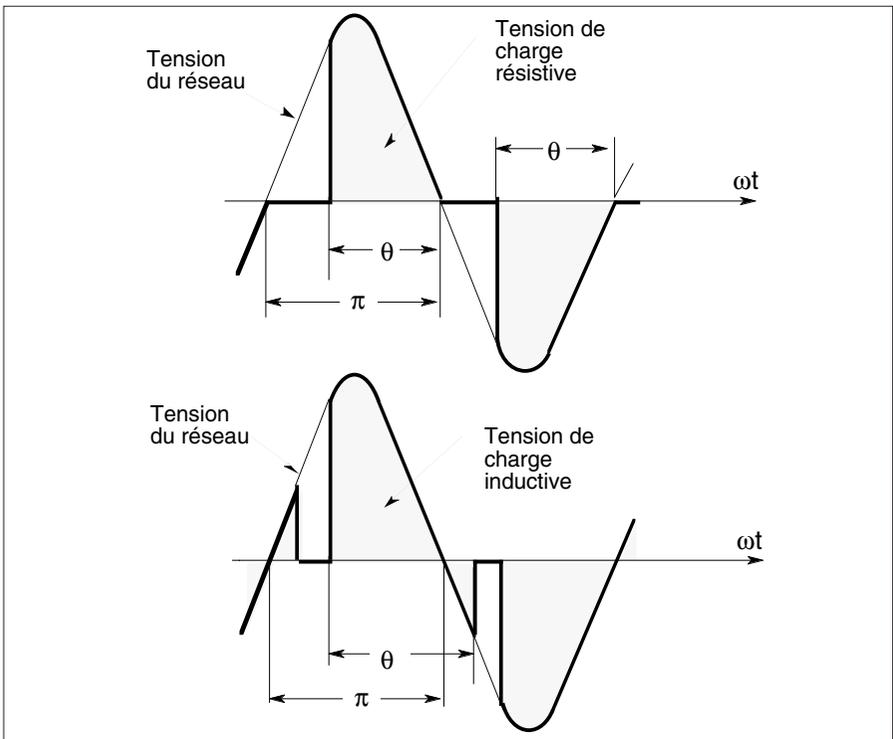


Figure 5-2 Tension de charge en «Angle de phase» (étoile avec neutre ou triangle ouvert)

L'**angle de conduction** ( $\theta$ ) varie dans le même sens que le signal du système de contrôle.

La puissance délivrée n'est pas une fonction linéaire de l'angle de conduction.

La tension de charge triphasée, montée en étoile **sans neutre** ou en triangle **fermé** (montage en 3 fils), est composée de portions d'ondes **bi-** ou **triphásées** selon la valeur de l'angle d'ouverture des thyristors.

En régime **biphásé**, la tension de sortie du gradateur (entre bornes «LOAD») est la tension entre deux phases **conductrices**.

En montage étoile sans neutre, cette tension est appliquée sur les 2 branches de charge en série. En montage triangle fermé, cette tension est appliquée sur une branche de charge, raccordée entre 2 phases conductrices, et sur les 2 autres branches de charge en série.

En régime **triphásé**, la tension de chaque branche de charge est la tension **phase** pour le montage en étoile sans neutre ou la tension **entre phases** pour le montage en triangle fermé.

Sur la figure ci-dessous sont présentés deux exemples de tensions de charge **résistive triphasée** montée en étoile sans neutre.

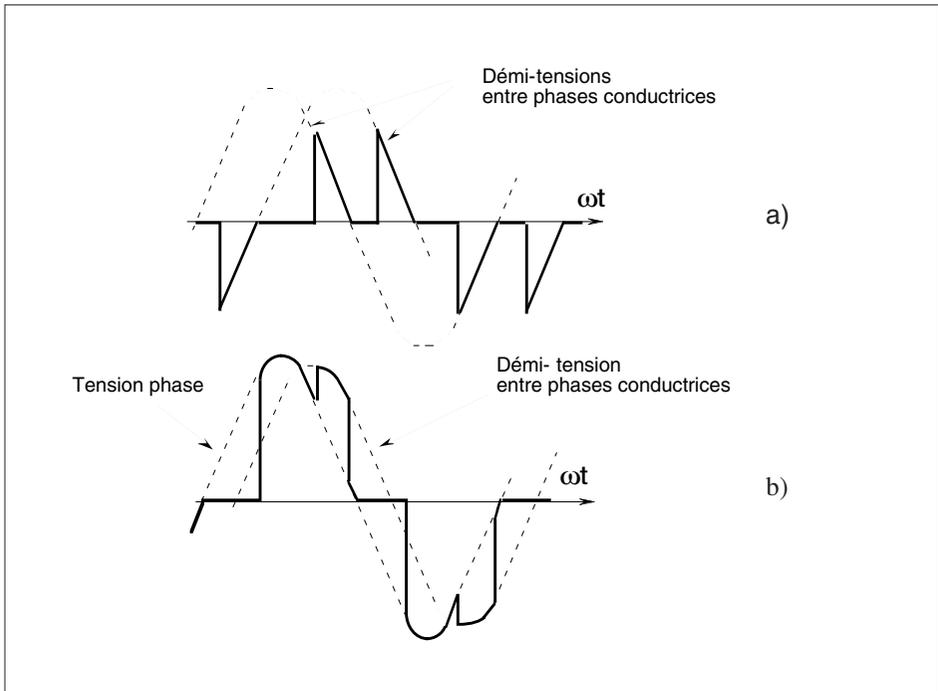


Figure 5-3 Tension de charge résistive (étoile sans neutre) en «Angle de phase»

Pour un petit angle de conduction ( $\theta < 60^\circ$ ), la tension charge est composée de portions de demi-tensions entre phases (figure 5-3,a).

Pour un grand angle de conduction ( $\theta > 60^\circ$ ), la tension charge est composée de portions de tension d'une phase et de portions de demi-tensions entre phases (figure 5-3,b).

En mode **Angle de phase** on peut utiliser facilement la **limitation de courant**.

La limitation de courant agit par la variation de l'angle de conduction des thyristors afin de maintenir le carré du courant efficace inférieur au seuil fixé par la consigne «Limitation de courant».

Le mode **Angle de phase** permet de démarrer avec de faibles angles de conduction des thyristors (pour éviter des surintensités pendant la mise sous tension des charges à faible résistance à froid ou de primaire de transformateurs).

**L'augmentation progressive** de l'angle de conduction se réalise selon le régime choisi par l'utilisateur (**rampe** sur le changement de la consigne) ou sous contrôle de la limitation de courant.

La rampe sur le changement de la consigne peut être **positive** (augmentation progressive de l'angle de conduction lors de la demande d'augmentation de puissance) ou **positive et négative** (augmentation et réduction progressives de l'angle de conduction des thyristors).

Le tableau ci-dessous indique les fonctionnements possibles en mode de conduction «**Angle de phase**» (code **PA**).

Régime	Code	Fonctionnement correspondant	Action et code de Limitation de courant	
			Arrêt de conduction	Variation de l'angle de conduction
Standard	NRP	Angle de conduction des thyristors dépendant du signal de commande	—	LINT ou L***
Rampe	URP	Rampe positive avec pente réglable sur le changement de consigne.	—	LINT ou L***
	UDR	Rampes positive et négative avec pentes réglables sur le changement de consigne.		

Tableau 5-1 Fonctionnements possibles en mode «Angle de phase»

## Mode «Logique»

Le mode «**Logique**» de conduction des thyristors («**Tout ou rien**») contrôle une puissance dans la charge proportionnellement au temps de conduction imposé par le signal **logique** de commande. Ce mode de conduction est activé à partir d'un signal d'entrée supérieur à **50%** de la pleine échelle et tant que le signal d'entrée n'est pas inférieur à **25%** de la pleine échelle.

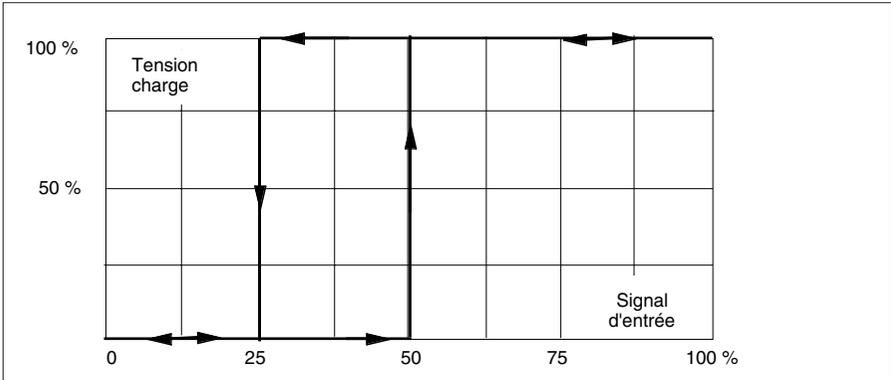


Figure 5-4 Diagramme «Tension - Signal logique»

### Important !

Pour réduire une émission des parasites électriques et des rayonnements électromagnétiques, la commutation des thyristors est faite au zéro de tension pour les charges résistives sur les 3 phases.

Un tel enclenchement provoque un léger **déséquilibre** de la puissance dans les trois branches de la charge. Afin d'éliminer la composante continue générée sur chaque phase, la **rotation des déclenchements** est effectuée (Brevet d'invention Eurotherm Automation).

Ce mode ne peut être utiliser en primaire de transformateur.

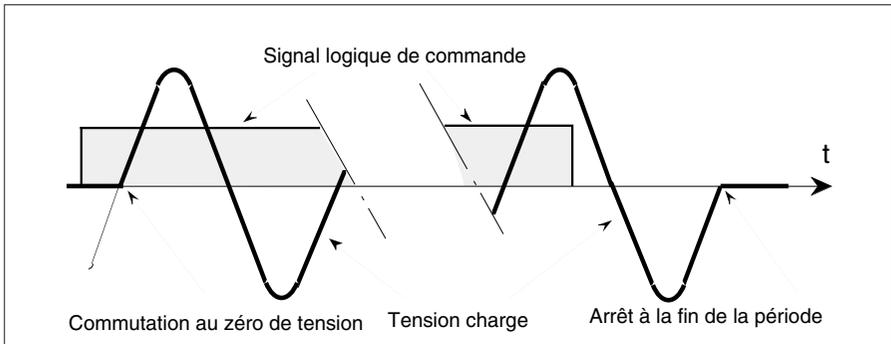


Figure 5-5 Mode de conduction «Logique»

Deux configurations sont possibles pour le mode **Logique** :

- le **démarrage progressif** en Angle de phase et l'arrêt à la **fin** de la **période** réseau qui **suit** le passage du signal de commande à  $\leq 25\%$  de la pleine échelle;
- le démarrage **et** l'arrêt **progressifs** en Angle de phase.

Pour les charges inductives le déclenchement au zéro de tension génère un régime transitoire qui pourrait, dans certains cas, entraîner une saturation du circuit magnétique (voir figure 5-6,a) et un claquage des fusibles ultra-rapides de protection des thyristors.

Pour éviter cette saturation, le premier déclenchement sur chaque phase peut être **retardé** par rapport au zéro de tension correspondant (voir figure 5-6,b).

**L'angle de retard** ( $\phi$ ) optimum doit être ajusté en fonction de la charge, avec le potentiomètre en face avant «**Ramp AP/Retard T0**» (retard max  $90^\circ$ ).

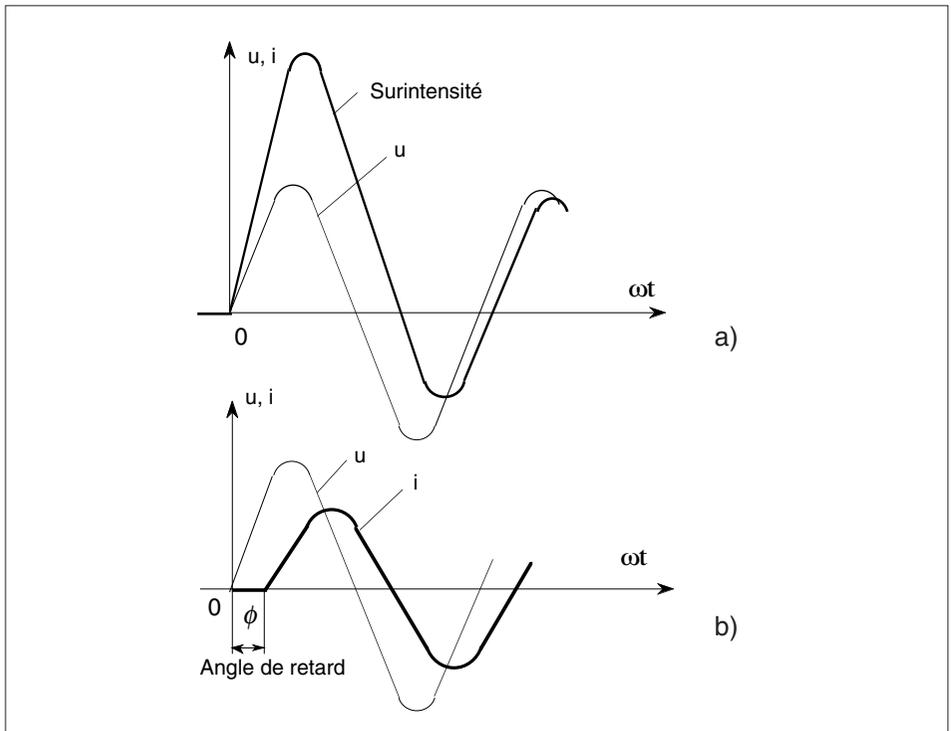


Figure 5-6 Commutation de charge inductive au zéro de tension (a) et avec un angle de retard (b)

Le tableau ci-dessous indique les fonctionnements possibles en mode «**Logique**» (code **LGC**).

Régime	Code	Fonctionnement correspondant hors limitation de courant	Action et code de Limitation de courant	
			Arrêt de conduction	Variation de l'angle de conduction
Standard	NRP	<p>Temps passant correspond au temps de présence du signal de commande.</p> <p>Code <b>RES</b> : Mise en conduction et hors conduction des thyristors au zéro de tension sur chaque phase (chaque nouveau déclenchement commence au zéro différent de tension ).</p> <p>Code <b>IND</b> : Sur chaque phase le premier amorçage est retardé d'un angle ajustable.</p>	CINT ou C***	—
Progressif Temps réglable.	URP	<p>Démarrage progressif par variation de l'angle d'ouverture des thyristors de zéro à pleine conduction.</p> <p>Arrêt à la fin de période de réseau.</p> <p>(Par défaut code <b>RES</b>)</p>		
	UDR	<p>Démarrage et arrêt progressifs par variation de l'angle d'ouverture des thyristors de zéro à pleine conduction et de pleine conduction à zéro.</p> <p>(Par défaut code <b>RES</b>)</p>		

Tableau 5-2 Fonctionnements possibles en mode «Logique» (Tout ou Rien)

## Mode «Train d'ondes»

Le mode de conduction «**Train d'ondes**» est un **cycle proportionnel** qui consiste à délivrer une série de **périodes entières** de la tension du réseau sur la charge (voir figure 5-7).

La mise en conduction et hors conduction des thyristors sont synchronisées sur le réseau et pour une charge résistive se font **au zéro de tension**. Chaque nouveau déclenchement commence au zéro de tension d'une phase différente de la précédente de manière à rééquilibrer la puissance consommée des 3 phases et à éliminer la composante continue (**la rotation des signaux** de déclenchement fait l'objet d'un Brevet Eurotherm Automation).

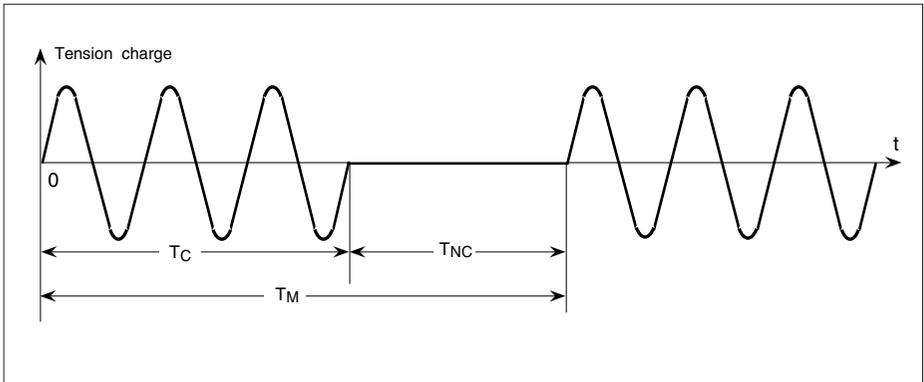


Figure 5-7 Mode «Train d'ondes» ( $T_C$  - temps de conduction;  $T_M$  - période de modulation)

La régulation en Train d'ondes est effectuée avec la durée de conduction  $T_C$  (ou de non conduction  $T_{NC}$ ) **constant** et le temps de modulation  $T_M$  **variable**.

Le temps de conduction  $T_C$  est choisi par l'utilisateur lors de la commande du gradateur..

Le mode de conduction **Train d'ondes** avec **une seule période** de conduction (ou de non conduction) est aussi appelé le «**Syncopé**».



### Important !

Pour une puissance **inférieure à 50%**, le temps de **conduction** est **fixé**.

Pour une puissance **supérieure à 50%** le temps de **non conduction** est **fixé**.

Pour 50% de la puissance la durée de conduction est **égale** à la durée de non conduction.

La durée de la période de modulation du Train d'ondes ( $T_M$ ) est déterminée par la régulation en fonction du temps fixé de conduction (ou de non conduction), de la consigne, de la contre-réaction et de l'algorithme de régulation.

Le système de régulation **ajuste** la période de modulation des trains d'ondes **élémentaires** ( $T_M$ ) afin de garder toujours la meilleure précision quel que soit la demande de puissance.

Le mode «**Train d'ondes**» (codes **FC1 à 255**) peut être configuré avec :

- le démarrage (ou le démarrage et l'arrêt) progressif **en variation** de l'angle de conduction des thyristors durant le temps désiré (limité par la durée de conduction)
- le **décalage** d' amorçage du premier thyristor conduisant, à chaque cycle
- la **limitation** de courant, dont l'action dépend de l'utilisation des régimes progressifs.

Le tableau ci-dessous indique les fonctionnements possibles en mode Train d'ondes.

Régime	Code	Fonctionnement correspondant hors limitation de courant	Action et code de Limitation de courant	
			Arrêt de conduction	Variation de l'angle de conduction
Standard  Nombre de périodes de conduction (ou de non conduction) choisi par l'utilisateur.	NRP	Cycle proportionnel avec une période de modulation déterminée par le système de régulation.  Code <b>RES</b> : Mise en conduction et hors conduction des thyristors au zéro de tension sur chaque phase. Permutation d'amorçage des 6 thyristors à chaque Train d'ondes. Code <b>IND</b> : Sur chaque phase le premier amorçage est retardé d'un angle ajustable. Même séquence d'amorçage des 6 thyristors à chaque Train d'ondes.	CINT ou C***	—
Progressif  Temps de rampe réglable. Limité par la durée du cycle élémentaire (temps de conduction).	URP	Démarrage progressif par variation de l'angle d'ouverture des thyristors de zéro à pleine conduction. Arrêt en fin de période du réseau. (Par défaut code <b>RES</b> )	—	LINT ou L***
	UDR	Démarrage et arrêt progressifs par variation de l'angle d'ouverture des thyristors de zéro à pleine conduction et de pleine conduction à zéro. (Par défaut code <b>RES</b> ).		

Tableau 5-3 Fonctionnements possibles en mode «Train d'ondes»

## Mode «Train d'angles de phase»

Le fonctionnement du gradateur en mode de conduction «Train d'angles de phase» **dépend de l'état de la limitation de courant.**

- Limitation de courant **non active** (le courant efficace est au-dessous du seuil d'intensité) : conduction des thyristors en «**Train d'ondes**»
- Limitation de courant **active** (dépassement du seuil d'intensité) : **variation de l'angle d'ouverture** des thyristors durant chaque train d'ondes élémentaire (régime «**Train d'angles de phase**»).

Lorsque la limitation de courant n'est plus active, passage en pleine conduction en Train d'ondes, obligatoirement avec un démarrage progressif sur 8 périodes (au 1er train d'ondes uniquement).

La régulation en **Train d'angles de phase** est effectuée comme en **Train d'ondes**.

Le tableau ci-dessous indique les fonctionnements possibles en mode «Train d'angles de phase» (codes **HC1 à H55**).

Régime	Code	Fonctionnement correspondant hors limitation de courant	Action et code de Limitation de courant	
			Arrêt de conduction	Variation de l'angle de conduction
Standard  Temps de conduction (ou de non conduction) choisi par l'utilisateur.	NRP	Cycle proportionnel avec une période de modulation déterminée par le système de régulation.  Code <b>RES</b> : Mise en conduction et hors conduction des thyristors au zéro de tension sur chaque phase. Code <b>IND</b> : Premier amorçage retardé sur chaque phase.	—	LINT ou L***
	Progressif  Temps de rampe réglable. Limité par la durée du cycle élémentaire.	URP	Démarrage progressif par variation de l'angle d'ouverture des thyristors de zéro à pleine conduction. Arrêt en fin de période du réseau  (Par défaut code <b>RES</b> )	—
UDR		Démarrage et arrêt progressifs par variation de l'angle d'ouverture des thyristors de zéro à pleine conduction et de pleine conduction à zéro.  (Par défaut code <b>RES</b> ).		

Tableau 5-4 Fonctionnements possibles en mode «Train d'angles de phase»

## FONCTIONS DES POTENTIOMÈTRES DE RÉGLAGE

Cinq potentiomètres sont prévus pour le réglage des régimes du gradateur **TC3001** par l'utilisateur sans ouvrir la porte frontale.

Ils sont disponibles sur la partie supérieure gauche de la face avant du gradateur.

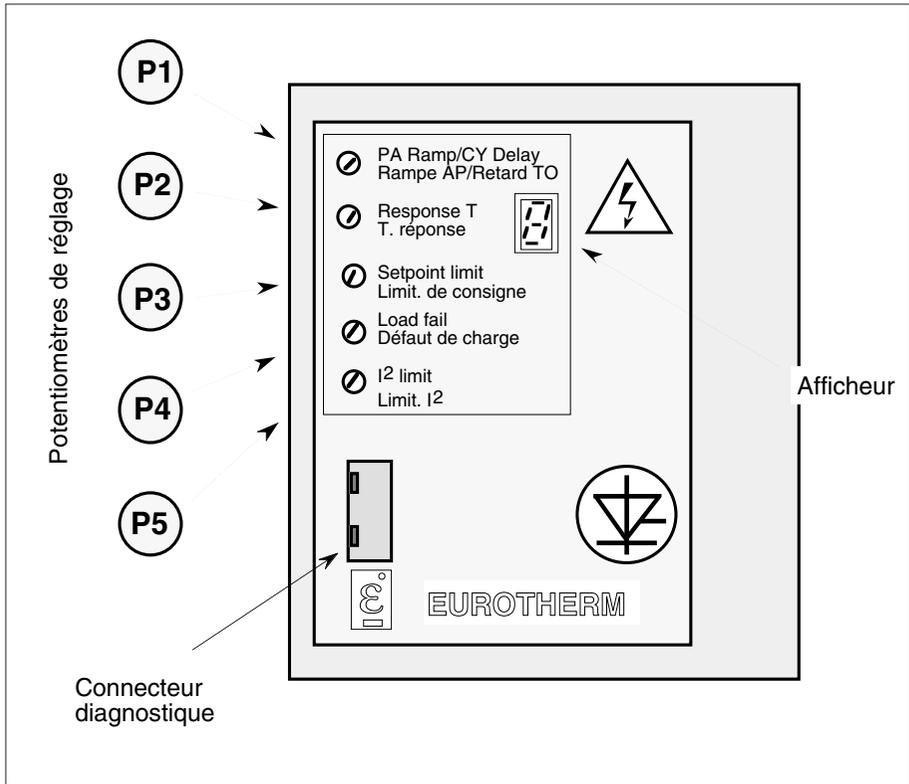


Figure 5-8 Potentiomètres de face avant

Les potentiomètres de réglage sont de **10** tours.

Les fonctions des potentiomètres sont récapitulées dans le tableau suivant.

Les fonctions des potentiomètres **P1**, **P2** et **P3** dépendent du mode de conduction choisi et de la configuration du gradateur (type de charge, rampe choisie, démarrage ou arrêt progressifs).

Potentiomètre	Désignation de face avant	Modes de conduction	Fonction
P1	Rampe AP/ Retard TO	Angle de phase	Réglage de la rampe de consigne (K3=1, K4=1 ou 0, K7=0)
		Logique Train d'ondes Train d'angles de phase	Réglage de démarrage ou des démarrage et arrêt progressifs (K3=1, K4=1 ou 0, K7=0)
			Réglage de l'angle du retard de la première alternance (pour les charges inductives uniquement) (K3=0, K4=0, K7=1)
P2	Temps de réponse	Angle de phase	Réglage du temps de réponse de la boucle de régulation.
		Train d'ondes Train d'angles de phase	Réglage du temps de conduction du train d'ondes élémentaire.
P3	Limit. de consigne	Tous sauf mode Logique	Réglage de la limitation de consigne.
P4	Défaut de charge	Tous les modes de conduction	Réglage de la détection de rupture partielle de charge.
P5	Limit .I <sup>2</sup>	Tous les modes de conduction	Réglage du seuil d'intensité limitée.

Tableau 5-5 Récapitulation des fonctions des potentiomètres de face avant

## Potentiomètre «Rampe PA / Retard TO»

Le potentiomètre **P1** désigné sur la face avant par «**Rampe PA / Retard TO**» effectue le réglage de :

- **la rampe sur les changements** de consigne (mode de conduction Angle de phase);
- **les démarrages/arrêt progressifs** (modes de conduction Train d'ondes, Logique et Train d'angles de phase);
- **l'angle de retard** (modes de conduction Train d'ondes, Logique et Train d'angles de phase).

Conditions et positions des cavaliers			Fonctions du potentiomètre P1 «Rampe PA / Retard TO»
Mode de conduction	Régime		
Angle de phase K1 = 0 K2 = 1	Sans rampe	K3 = 0	<b>Sans action</b>
	Rampe positive	K3 = 1 K4 = 0	Réglage de la <b>durée</b> de la rampe (nombre de périodes) lors des <b>changements</b> de consigne. La rampe est active pour les demandes d' <b>augmentation</b> de puissance
	Rampe positive et négative	K3 = 1 K4 = 1	Réglage de la <b>durée</b> de la rampe (nombre de périodes) lors des demandes d' <b>augmentation</b> et de <b>diminution</b> puissance <b>à la fois</b>
Logique K1 = 0 K2 = 0	Charge résistive. Sans démarrage progressif	K7 = 0 K3 = 0 K4 = 0	<b>Sans action</b>
	Charge inductive. Sans démarrage progressif	K7 = 1 K3 = 0	Réglage du <b>retard</b> de l'amorçage de la <b>première</b> alternance de <b>0° à 90°</b>
Train d'ondes K1 = 1 K2 = 0	Toutes charges. Démarrage progressif	K3 = 1 K4 = 0	Réglage de la <b>durée</b> du <b>démarrage</b> (nombre de périodes) en variation de l'angle d'ouverture des thyristors. <b>Arrêt immédiat</b> au premier passage à 0.
	Toutes charges. Démarrage et arrêt progressifs	K3 = 1 K4 = 1	Réglage de la <b>durée</b> du <b>démarrage</b> et de l' <b>arrêt à la fois</b> en variation de l'angle d'ouverture des thyristors

Tableau 5-6 Fonctions du potentiomètre P1 pour les différents modes de conduction

**Nota :** Pour les modes Train d'ondes et Train d'angles de phase, la durée des régimes progressifs est limitée par le cycle élémentaire.

## Rampe de changement de consigne

La durée de la rampe ( $T_r$ ) est le nombre de périodes du réseau (donc, le temps mis) pour que la conduction du gradateur passe de **0%** à **100%** (rampe **positive**) ou de **100%** à **0%** (rampe **négative**).

La fonction de la **Rampe lors de changement de consigne** est disponible en mode de conduction «Angle de phase» uniquement.

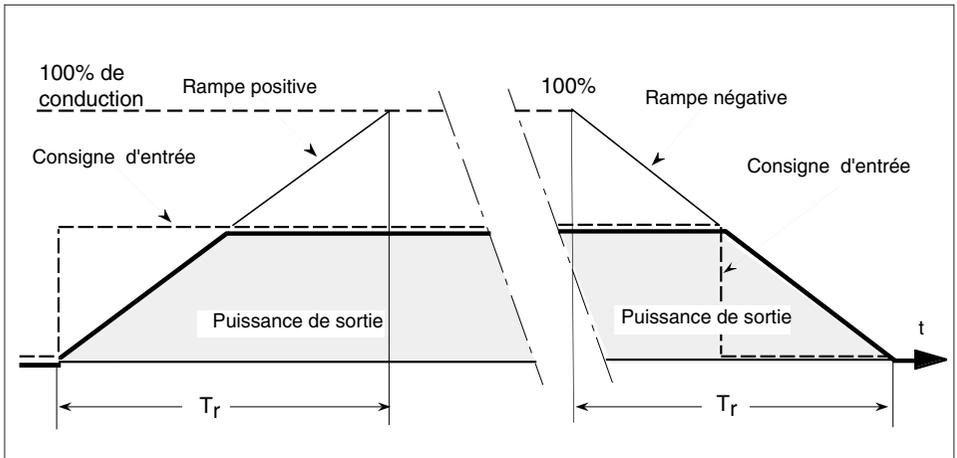


Figure 5-9 Rampes positive et négative lors de changement de consigne en mode Angle de phase

**Nota** : Après la mise sous tension de l'électronique, la rampe de consigne est remise à zéro. Si la consigne n'a pas changé, la rampe de consigne n'est pas active lorsqu'on revalide le gradateur après inhibition.

### Important !

- La durée de la rampe est fixée **à la fois** pour les rampes positive et négative.
- Pour un même réglage de  $T_r$ , la **pen**te de la rampe est **constante** quelque soit l'amplitude du changement de consigne.

Le réglage effectué du potentiomètre **PI** peut être lu grâce à la boîte diagnostique Eurotherm, type 260 (sous la forme de tension de réglage en position **11**).

Les valeurs de  $T_r$  (en nombre de périodes effectuées en rampe et en temps) et les tensions de réglage correspondant sont présentées dans le tableau suivant.

P1 Tension de réglage (lue en position 11 de la boîte diagnostique)	Durée de la rampe (Tr)		
	Nombre de périodes	Réseau à 50 Hz	Réseau à 60 Hz
0,10 V	4	0,08 s	0,066 s
0,25 V	8	0,16 s	0,133 s
0,40 V	16	0,32 s	0,266 s
0,55 V	32	0,64 s	0,53 s
0,72 V	64	1,28 s	1,06 s
0,85 V	128	2,56 s	2,12 s
1,00 V	256	5,12 s	4,24 s
1,20 V	512	10 s	8,5 s
1,30 V	1 024	20 s	17 s
1,50 V	2 048	41 s	34 s
1,65 V	4 096	1 mn 22 s	1 mn 8 s
1,80 V	8 192	2 mn 44 s	2 mn 16 s
1,95 V	16 384	5 mn 28 s	4 mn 32 s
2,10 V	32 764	11 mn	9 mn
2,30 V	65 528	22 mn	18 mn
2,40 V	131 000	44 mn	36 mn
2,60 V	262 000	1 H 27 mn	1 H 12 mn
2,75 V	534 000	3 H	2 H 30 mn
2,90 V	1 050 000	6 H	5 H
3,10 V	2 100 000	12 H	10 H
3,25 V	4 190 000	24 H	20 H
4,00 V	8 390 000	48 H	40 H

Tableau 5-7 Réglage de rampe lors de changement de consigne en «Angle de phase»

La durée  $T_r$ , ajustée par l'utilisateur, est donnée dans le tableau 5-7 pour un changement de 0 à 100% du signal d'entrée.

### Important !

La rampe positive est terminée dès que l'on atteint l'angle de conduction correspondant à la consigne en cours (voir figure 5-9).

## Démarrage / arrêt progressifs

Le régime progressif (démarrage ou démarrage et arrêt) peut être configuré en modes de conduction :

- Logique,
- Train d'ondes et
- Train d'angles de phase.

La durée du démarrage progressif ( $T_d$ ) est le temps mis pour que la puissance de sortie du gradateur **passse** de **0%** à **100%** par variation de l'angle d'ouverture des thyristors de **0** à la **pleine conduction**.

La durée de l'arrêt progressif ( $T_a$ ) est le temps mis pour que la puissance de sortie du gradateur **passse** de **100%** à **0%** par variation de l'angle d'ouverture des thyristors de la **pleine conduction** à **0**.

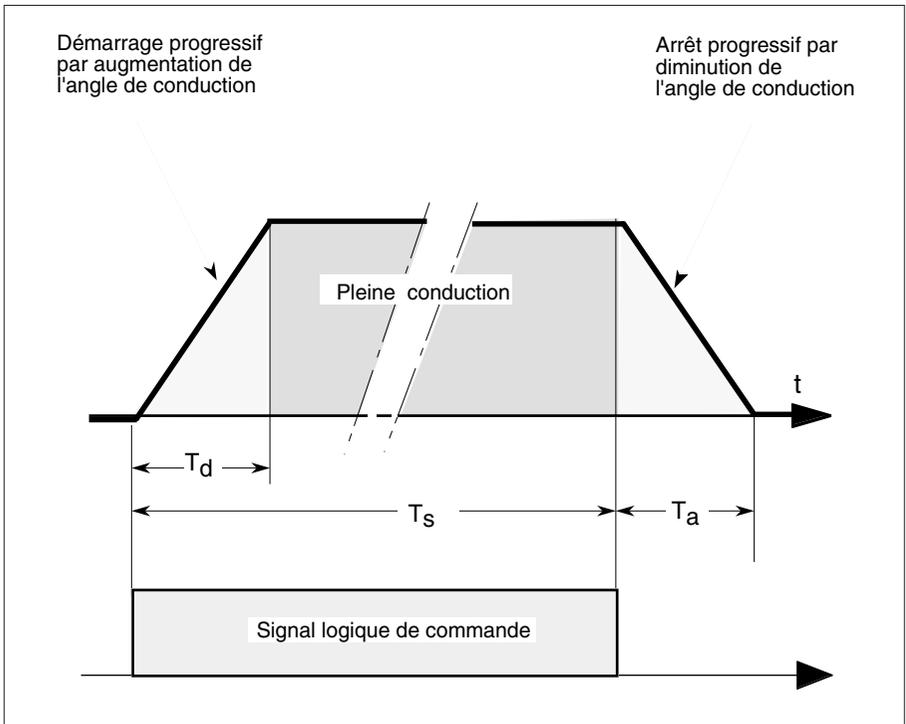


Figure 5-10 Démarrage et arrêt progressifs en mode Logique

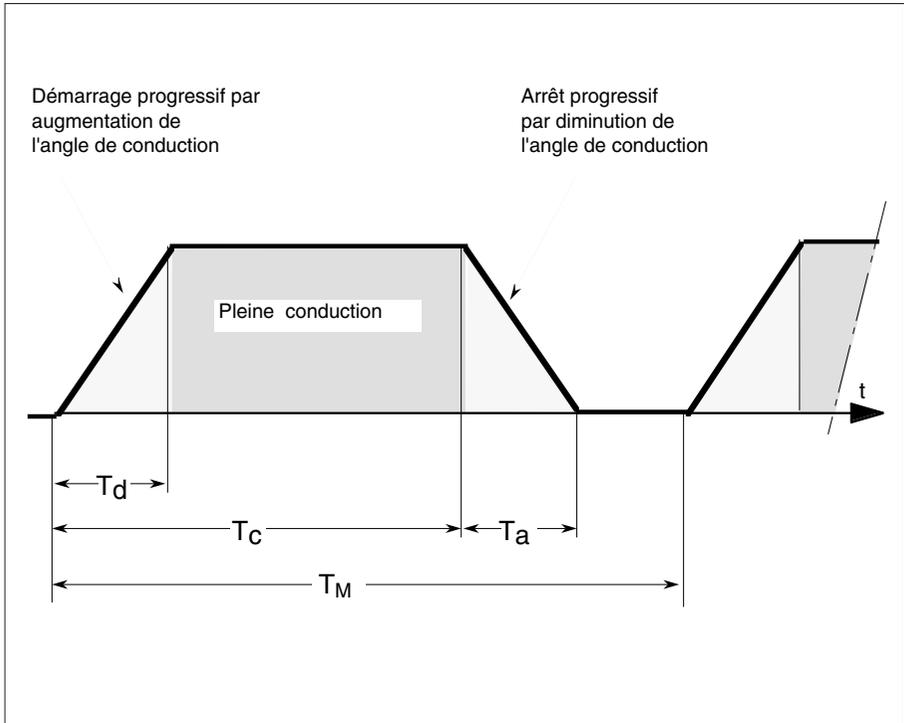


Figure 5-11 Démarrage et arrêt progressifs en mode Train d'ondes

En modes Train d'ondes et Train d'angles de phase le nombre de périodes de démarrage ou d'arrêt progressifs est limité au nombre de périodes du temps de conduction choisi.

Le temps de l'arrêt progressif ( $T_a$ ) n'est pas inclus dans la période de conduction ( $T_c$ ), mais toute la puissance envoyée dans la charge est prise en compte dans la régulation.

**Après** le démarrage progressif par variation de l'angle d'ouverture des thyristors, le gradateur reste en **pleine conduction** :

- durant le temps de présence du signal d'entrée  $T_S$  (en mode Logique)
- durant le temps de conduction d'une période de modulation  $T_M$  (en mode Train d'ondes).

La durée du changement de l'angle de conduction des thyristors est ajustée à l'aide du potentiomètre **P1 à la fois** pour le démarrage et pour l'arrêt ( $T_d$  toujours **égale** à  $T_a$ ).

La durée des démarrages et des arrêts progressifs est réglable par le potentiomètre **P1 de 0** au nombre de périodes de modulation.

La durée maximale des démarrages/arrêts progressifs correspond au nombre de périodes du train d'ondes élémentaire (période de modulation choisie).

La position de réglage du potentiomètre **P1** peut être lue à l'aide de la boîte diagnostique EURO THERM, type 260 sous forme de tension de réglage en position **11**.

<b>P1</b> Tension de réglage (lue en position <b>11</b> de la boîte diagnostique)	<b>Durée de démarrage/arrêt (<math>T_d = T_a</math>)</b>		
	<b>Nombre de périodes</b>	<b>Réseau à 50 Hz</b>	<b>Réseau à 60 Hz</b>
0,05 V	0	0	0
0,10 V	1	20 ms	16,6 ms
0,15 V	2	40 ms	33,3 ms
0,25 V	3	60 ms	50,0 ms
0,35 V	5	100 ms	83,3 ms
0,40 V	8	160 ms	133 ms
0,50 V	16	320 ms	266 ms
0,55 V	32	640 ms	533 ms
0,70 V	37	740 ms	616 ms
1,30 V	43	860 ms	716 ms
2,00 V	51	1,02 s	0,85 s
2,50 V	64	1,28 s	1,07 s
3,50 V	85	1,70 s	1,42 s
4,00 V	128	2,56 s	2,13 s
5,00 V	255	5,10 s	4,25 s

Tableau 5-8 Durée de démarrage / arrêt progressifs

## Angle de retard

Le potentiomètre **P1** règle l'angle de retard d'amorçage de la première alternance pour le contrôle des charges **inductives** en modes de conduction :

- Logique,
- Train d'ondes et
- Train d'angles de phase

sans démarrage / arrêt progressifs..

Un angle de retard de **90°** est obtenu avec **P1** tourné complètement dans le **sens horaire**.

Un angle de retard de **0°** est obtenu avec **P1** tourné complètement dans le **sens antihoraire**.

L'abaque de la figure 5-12 donne la correspondance entre la tension de réglage **U<sub>11</sub>** (lue en position **11** de la boîte diagnostique) et l'angle de retard.

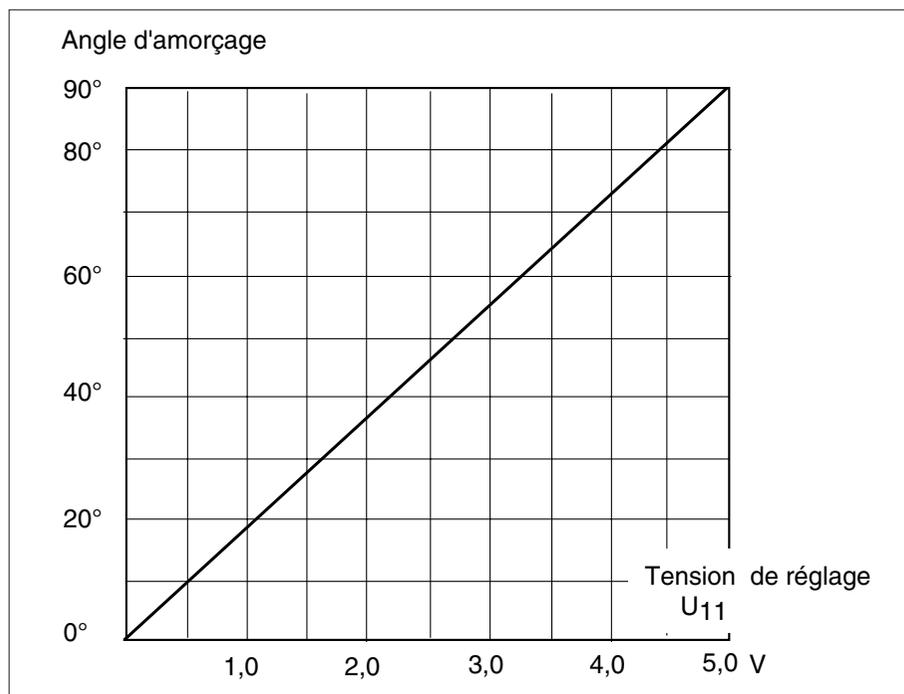


Figure 5-12 Abaque du réglage de l'angle de retard

A la sortie de l'usine le potentiomètre **P1** est pré-réglé à **5 V** (l'angle de retard à **90°**) à condition que la codification indique l'utilisation de la charge inductive.

## Potentiomètre «Temps réponse»

Le potentiomètre **P2** désigné «**T. réponse**» sur la face avant permet d'ajuster le **temps de réponse de la boucle de régulation** (en mode de conduction «Angle de phase») ou le **nombre de périodes de conduction** du cycle élémentaire (en modes de conduction «Train d'ondes» et «Train d'angles de phase»).

Mode de conduction	Positions des cavaliers	Fonctions du potentiomètre «Temps réponse»
Angle de phase	K1 = 0; K2 = 1	Réglage du <b>temps de réponse</b> de la boucle de régulation. Le temps de réponse dépend du gain de la boucle de régulation
Logique	K1 = 0; K2 = 0	<b>Sans action</b>
Train d'ondes	K1 = 1; K2 = 0	Réglage du <b>nombre de périodes</b> de conduction (ou de non conduction) du train d'ondes élémentaire.
Train d'angles de phase	K1 = 1; K2 = 1	

Tableau 5-9 Fonctions du potentiomètre P2

### Temps de réponse standard en «Angle de phase»

Le temps de réponse de la boucle de régulation peut être ajusté à l'aide du potentiomètre **P2** de **13** à **52** périodes. Lorsque **P2** est tourné dans le **sens horaire**, le temps de réponse **augmente** (le gain étant diminué).

**L'augmentation du gain peut amener des dépassements transitoires de la consigne.**

La stabilité peut être augmentée mais en diminuant le gain de la boucle de régulation.

Un bon compromis «**stabilité / gain**» est obtenu avec un temps réponse de l'ordre de **0,68 s**. Ce temps de réponse **standard** (réglage à la sortie d'usine) correspond à une tension de réglage de **4,3 V** (lue en position **10** de la boîte diagnostique EURO THERM, type 260).

## Nombre de périodes de conduction du train d'ondes élémentaire

Le temps de conduction (ou de non conduction) en modes «Train d'ondes» et «Train d'angles de phase» est fixé à l'aide du potentiomètre **P2**.

### Important !

Le potentiomètre **P2** règle :

- la durée du temps de **conduction** du train d'ondes élémentaire pour une puissance **inférieure à 50%**
- la durée du temps de **non conduction** du train d'ondes élémentaire pour une puissance **égale ou supérieure à 50%**

Le réglage varie entre **une seule** période (mode de conduction dit **Syncopé**) et **255** périodes.

Le réglage effectué peut être **lu** par la boîte diagnostique Eurotherm, type 260 en position **10** (sous forme de **tension de réglage**).

P2 Tension de réglage (lue en position 10 de la boîte diagnostique)	Temps de conduction (ou de non conduction) élémentaire		
	Nombre de périodes	Réseau à 50 Hz	Réseau à 60 Hz
0 V	1	20 ms	16,6 ms
0,5 V	2	40 ms	33,3 ms
1,0 V	4	100 ms	83,3 ms
2,0 V	8	160 ms	133,3 ms
2,5 V	16	320 ms	266,6 ms
3,0 V	32	640 ms	533,3 ms
3,5 V	64	1,28 s	1,07 s
4,5 V	128	2,56 s	2,13 s
5,0 V	255	5,10 s	4,25 s

Tableau 5-10 Temps de conduction (ou de non conduction) du cycle élémentaire

## Potentiomètre «Limit. de consigne»

Le potentiomètre **P3** repéré sur la face avant «**Limit. de consigne**» donne la possibilité de **limiter la consigne du signal d'entrée**.

La fonction de limitation du signal d'entrée est **active** en modes de conduction Angle de phase, Train d'ondes et Train d'angles de phase, mais **n'agit pas** lorsque le gradateur TC3001 est configuré en mode de conduction **Logique**.

Le réglage de la limitation de consigne effectué par le potentiomètre **P3**, peut être **lu** par la boîte diagnostique Eurotherm, type 260 en position **9** (sous forme de tension de réglage **-U<sub>9</sub>**).

La valeur de tension de réglage **U<sub>9</sub>** du signal d'entrée limité **E<sub>LIM</sub>** (en % de l'échelle choisie) peut être obtenue selon la relation :

$$U_9 = 5 \text{ V} \quad \times \quad \frac{E_{LIM} \%}{100 \%}$$

où **E<sub>LIM</sub>** représente la valeur du signal d'entrée limité.

**Exemple :** Limitation désirée de la consigne **E<sub>LIM</sub> = 65%**  
Tension de réglage (lue en position **9**)

$$U_9 = 5 \text{ V} \quad \times \quad \frac{65 \%}{100 \%} = 3,25 \text{ V}$$

Ce réglage obtenu signifie que lorsque le signal d'entrée est à **100%**, la puissance de sortie atteint **65%** de sa valeur nominale (ou de valeur de calibration).

Lorsque le signal d'entrée est à **20%**, la puissance de sortie n'est que **13%** de sa valeur nominale :

$$\frac{20 \% \times 65 \%}{100 \%} = 13 \%$$

Cette limitation agit sur la tension, le courant ou la puissance délivrés par le gradateur.

**Exemple :** Gradateur 400 V / 100 A, type de régulation : puissance  
Puissance nominale du gradateur **P<sub>GN</sub> = 69,2 kW**  
Puissance nominale de la charge utilisée **P<sub>CN</sub> = 40 kW**  
Tension de réglage (lue en position **9**)

$$U_9 = 5 \text{ V} \quad \times \quad \frac{40}{69,2} = 2,9 \text{ V}$$

## Potentiomètre «Défaut de charge»

Le potentiomètre **P4** désigné «**Défaut de charge**» sur la face avant permet d'ajuster la **sensibilité maximale** du circuit de détection de la rupture partielle de charge (**PLF**) pour la charge réelle.

Le réglage du potentiomètre **P4** permet de **mettre en mémoire** les conditions nominales de fonctionnement de la charge (par exemple, four à la température d'utilisation).

Le circuit de détection de **PLF** mesure en permanence la tension efficace entre phases et les trois courants efficaces de lignes. Ceci permet de calculer les 3 impédances charges (vues par le gradateur) et de les comparer à la valeur d'impédance mémorisée lors du réglage de la détection de **PLF** (voir chapitre «Mise en route», page 6-14).

Une alarme **PLF** est déclenchée lorsque 1 (ou plusieurs) des 3 impédances a augmenté par rapport à la plus grande des 3 impédances mesurées pendant le réglage.

La détection de **PLF** étant effectuée **par rapport à l'impédance la plus haute**, si la charge triphasée est **déséquilibrée** alors la sensibilité de détection sur les 3 phases sera **différente**.

C'est sur la phase où l'impédance est la plus élevée que la sensibilité sera la meilleure. La sensibilité de détection de **PLF** sur les deux autres phases sera d'autant moins bonne que le système sera déséquilibré.

A l'aide du potentiomètre **P4** il est possible de corriger la sensibilité de détection de **PLF** par rapport à la sensibilité ajustée (voir réglage de détection du **PLF**).

Pour diminuer la sensibilité de détection de **PLF** en cas d'**alarmes intempestives** (si le seuil de détection est **réglé trop juste**) tourner le potentiomètre **P4** légèrement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

## Potentiomètre «Limit. I<sup>2</sup>»

Le potentiomètre «Limit. I<sup>2</sup>» (P5) effectue le **réglage du seuil d'intensité** maximale admissible par la charge.

Le **dépassement** de ce seuil déclenche l'action de la **limitation** de courant, suivant le mode de conduction (voir paragraphe suivant) :

- par **variation** d'angle de conduction des thyristors ou
- par l'**arrêt** de fonctionnement du gradateur.

Selon la configuration on peut fixer le seuil d'intensité par le potentiomètre P5 ou par un signal externe. **Le potentiomètre P5 reste actif quelque soit le mode de limitation sélectionné.** Ce potentiomètre en face avant **relinéarise** la plage de limitation d'après le niveau maximal fixé soit par l'entrée externe, soit par la tension interne.

Le réglage du seuil d'intensité fixe la valeur du **carré** du courant et peut être lu par la boîte diagnostique en position **19** sous forme de tension de réglage - **U<sub>19</sub>**.

Ayant les valeurs du courant nominal de la charge **I<sub>CN</sub>** après la calibration et du seuil d'intensité **I<sub>LIM</sub>**, la valeur de la tension de réglage peut être obtenue selon la relation :

$$U_{19} = 5 \text{ V} \times \frac{I_{LIM}^2}{I_{CN}^2}$$

**Exemple :** Courant nominal de la charge                   **100 A**  
 Courant limité (seuil d'intensité)                   **80 A**

Tension de réglage par le potentiomètre P5 :

$$U_{19} = 5 \text{ V} \times \frac{80^2}{100^2} = 3,2 \text{ V}$$

Lorsque l'utilisateur a sélectionné le **signal externe** pour ajuster à distance la consigne de la limitation de courant, il est nécessaire de prendre en compte **tous** les signaux de limitation utilisés. La valeur de la tension **U<sub>19</sub>** (réglage par le potentiomètre **P5**) doit être calculée selon la même relation.

## FONCTIONNEMENT DE LA LIMITATION DE COURANT

La limitation de courant agit comme **sécurité** lorsque le seuil d'intensité (fixé par l'utilisateur) est dépassé. La limitation de courant agit sur **le plus fort** des trois courants du gradateur.

Le circuit de limitation de courant utilise la limitation du **carré de l'intensité** afin de réagir plus efficacement sur l'augmentation des courants du gradateur.

La consigne de limitation de courant fixe la valeur de  **$I^2$  maximum**.

La détection d'une **intensité supérieure** ou **égale** au seuil fixé

- par le potentiomètre **P5** en face avant ou
- par le signal externe et par le potentiomètre **P5**

provoque **l'état actif** de la limitation de courant.

L'**action** de la limitation de courant est **déterminée par le mode de conduction**.

**Angle de phase :**

- **réduction** nécessaire de la conduction des thyristors, l'algorithme interne de la régulation assure un passage du régime de la limitation de courant au régime normal de fonctionnement.
- Si une nouvelle surintensité est détectée au cours du passage au régime normal, la limitation de courant par variation d'angle de conduction continue.

**Logique :** **arrêt** de fonctionnement du gradateur à la première détection.

**Train d'ondes sans régime progressif :**

- **alarme** et **réduction** de l'angle d'ouverture au premier dépassement du seuil;
- **démarrage progressif** sur le nombre de périodes **sélectionnées** (avec un **minimum** de **8** périodes) pour le train d'ondes suivant;
- **arrêt** de fonctionnement du gradateur si une **seconde** surintensité est détectée avant que l'alarme précédente soit acquittée (en cours de démarrage sur les 8 périodes).

**Train d'ondes avec régime progressif et Train d'angles de phase :**

- **réduction** de l'**angle** de conduction des thyristors afin de maintenir le courant efficace inférieur ou égal au seuil d'intensité (en période de conduction);
- **démarrage progressif** sur le nombre de périodes **sélectionnées** (avec un **minimum** de **8** périodes) pour le train d'ondes suivant;
- fonctionnement en **Train d'ondes** avec l'angle de conduction **diminué** (ajusté de manière à maintenir le courant efficace inférieur au seuil de limitation) si une surintensité est détectée.

En modes de conduction **Train d'ondes** avec démarrage/arrêt progressifs et **Train d'angles de phase** le système de régulation intègre la puissance réellement dissipée dans la charge et calcule le nouveau rapport cyclique pour que la puissance totale **corresponde** à la **consigne** appliquée hors de la limitation de courant.

## FUNCTIONNEMENT DE LA RÉGULATION

L'algorithme interne de la boucle de la régulation du gradateur de la série **TC3001** prend en compte la valeur de contre-réaction sélectionnée par l'utilisateur au moyen des cavaliers de configuration (voir page 4-9).

Les paramètres de régulation sont les suivants :

- puissance de la charge - **P**
- moyenne des carrés des courants -  **$I^2$**
- carré de la tension charge -  **$U^2$**
- mesure (contre-réaction) externe - **Signal externe**

Pour le signal de commande appliqué sur l'entrée **analogique** la courbe de réponse est **linéaire** entre **0%** et **100%** avec des «bandes mortes» entre 0 et 2% et entre 98% et 100%.

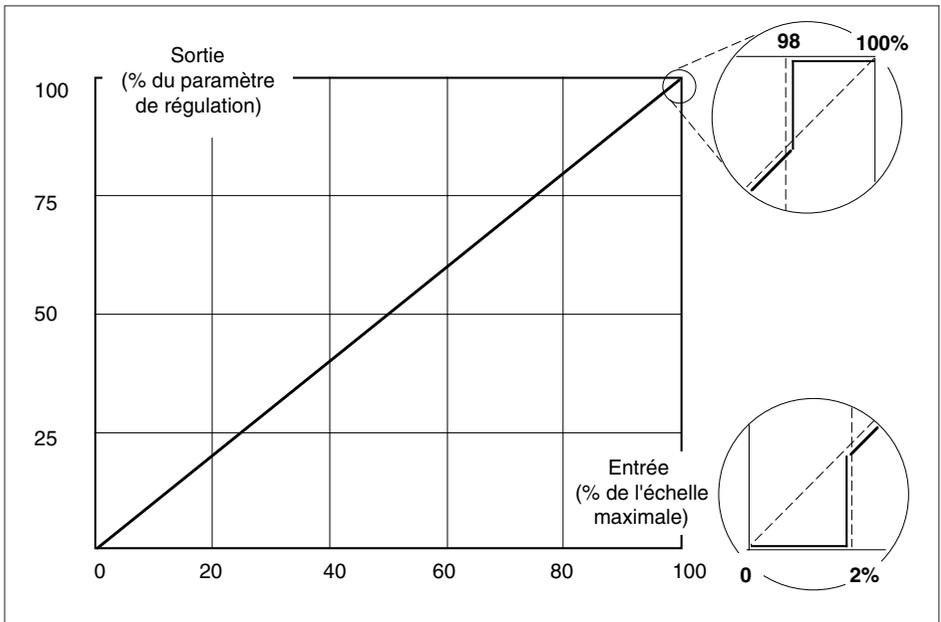


Figure 5-13 Courbe de réponse «Entrée/Sortie»

La puissance de sortie du gradateur est calibrée selon la **grandeur** de la régulation **sélectionnée** et la calibration du gradateur (voir «Calibration», page 6-8).

## Carré de courant

Ce paramètre représente la valeur de **la moyenne** du carré de trois courants efficaces de ligne

$$I_{\text{MOY}}^2 = \frac{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}{3}$$

Cette valeur ne pourra atteindre **100%** que si les charges triphasées sont équilibrées, ou très proches de l'équilibre, car la limitation de courant, lorsqu'elle est réglée à son maximum, limite à **110%**  $I_{\text{NOM}}^2$  (soit **105%**  $I_{\text{NOM}}$ ) sur le plus fort des trois courants.

## Carré de tension charge

Le paramètre de la régulation  $U^2$  est le carré de la tension **efficace** ( $U_C$ ) de charge.

La tension de charge  $U_C$  est mesurée:

- entre les phases **1** et **2** de la charge pour les montages en triangle fermé ou ouvert, ou en étoile sans neutre;
- entre la phase **1** de la charge et le **neutre** pour un montage en étoile avec neutre.

## Puissance

Le paramètre de la régulation «**Puissance**» représente une **image** de la puissance apparente moyenne délivrée dans la charge, calculée suivant l'équation :

$$P = U_C \times I_{\text{MOY}}$$

$I_{\text{MOY}}$  représente la **moyenne** de 3 courants efficaces

$$I_{\text{MOY}} = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}$$

$U_C$  représente la tension efficace défini ci-dessus.

Comme c'est décrit pour la valeur de courant, la limitation de courant agit avec un seuil maximal de **105%** du courant nominal du gradateur. Cela ne permet d'avoir une puissance **maximale** que si les charges triphasées sont **équilibrées**.

## Mesure externe

Le signal de **contre-réaction externe** a quatre échelles en tension et deux échelles en courant.

Tension : 0 - 5 V; 1 - 5 V; 0 - 10 V; 2 - 10 V (impédance d'entrée  $\geq 100 \text{ k}\Omega$ )

Courant : 0 - 20 mA; 4 - 20 mA (impédance d'entrée  $100 \Omega$ ) .

## Chapitre 6

### PROCEDURE DE MISE EN ROUTE

Sommaire	Page
Sécurité de la procédure de mise en route .....	6-2
Vérification des caractéristiques .....	6-3
Courant charge .....	6-3
Type de montage des charges .....	6-3
Tension du réseau .....	6-4
Tension de l'alimentation auxiliaire .....	6-4
Signaux d'entrée .....	6-4
Boîte diagnostique .....	6-5
Calibration du gradateur .....	6-7
Calibration des courants phases .....	6-9
Calibration hors conduction .....	6-9
Calibration en conduction .....	6-9
Calibration de la tension de charge .....	6-10
Calibration hors conduction .....	6-10
Calibration en conduction .....	6-10
Calibration de la tension de ligne .....	6-10
Mise en route .....	6-11
Réglages préliminaires .....	6-11
Mise sous tension .....	6-12
Réglage du retard de l'amorçage sur charge inductive en modes «Train d'ondes» et «Logique» .....	6-13
Réglage de la détection de rupture partielle de charge .....	6-14

## Chapitre 6 PROCEDURE DE MISE EN ROUTE

### A lire attentivement avant la mise en route du gradateur

### SÉCURITÉ DE LA PROCÉDURE DE MISE EN ROUTE

---



#### Important !

Eurotherm Automation S.A. ne saurait être tenue responsable des dommages matériels ou corporels, ainsi que des pertes ou frais occasionnés par une utilisation inappropriée du produit ou le non respect des instructions de ce manuel.

Par conséquent il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer avant la mise en route de la conformité de toutes les valeurs nominales de l'unité de puissance aux conditions de l'utilisation et de l'installation.

---



#### Danger !

Des pièces sous tension dangereuse peuvent être accessibles lorsque la porte avant est ouverte.

Seule une personne qualifiée et habilitée à effectuer des travaux dans l'environnement électrique basse tension en milieu industriel, peut accéder à l'intérieur de l'appareil.

L'accès aux pièces internes du gradateur est interdit à l'utilisateur qui n'est pas habilité à effectuer des travaux dans l'environnement électrique basse tension en milieu industriel.

La température du radiateur peut être supérieure à 100°C.  
Eviter tout contact, même occasionnel, avec le radiateur quand l'unité est en fonctionnement. Le radiateur reste chaud environ 15 min après arrêt de l'unité.

---

## VÉRIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES



### Attention !

Avant toute mise sous tension s'assurer que le **code d'identification** du gradateur est conforme à la codification spécifiée à la **commande** et que les caractéristiques du gradateur sont **compatibles avec l'installation**.

### Courant charge

Le courant maximal de la charge (courant ligne ou courant des branches en Triangle ouvert) doit être inférieur ou égal à la valeur du courant nominal du gradateur en tenant compte des variations du secteur et de la charge.

Pour le montage des trois charges identiques en **triangle fermé**, le courant de chaque phase du gradateur est  **$\sqrt{3}$  fois plus grand** que le courant de chaque **branche** de la charge.

Pour la puissance donnée (**P**) de la charge triphasée et pour la tension de ligne  **$U_L$**  (tension entre phases), le courant à comparer avec le courant nominal du gradateur est :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_L}$$

Pour le triangle ouvert, le courant à comparer avec le courant nominal du gradateur est :

$$I = \frac{P}{3 \times U_L}$$

### Type de montage des charges

S'assurer que le type de montage utilisé est correctement configuré à l'aide des cavaliers

- **K5** et **K6** sur la carte commande (voir page 4-15)
- **LK7**, **LK8** et **LK9** sur la carte puissance (voir page 4-6).

## Tension du réseau

La **tension appliquée** aux thyristors non passants, **dépend du type de montage** de la charge.

Pour les montages en **étoile sans neutre**, en **triangle fermé** ou **ouvert** la valeur nominale de la tension du gradateur doit être supérieure ou égale à la tension **entre phases** du réseau utilisé .

Pour le montage en **étoile avec neutre** la tension nominale du gradateur peut être égale ou supérieure à la tension entre **phase et neutre** du réseau utilisé .

Un gradateur peut être utilisé sur un réseau triphasé de tension **inférieur** à la tension spécifiée pour le gradateur, en le **reconfigurant** (voir tableau 4-1, page 4-5).

Si la tension du réseau est inférieure à **70%** de la tension nominale du gradateur, après 5 s d'intégration le gradateur passe en inhibition (suppression de la commande des thyristors).

La revalidation se fait automatiquement si la tension revient à une valeur supérieure ou égale à **70 %** la valeur nominale du gradateur.



### Attention !

Compte-tenu de l'inhibition à 70 % de la tension nominale, il est impératif que la tension d'utilisation (de calibration) soit aussi proche que possible de celle de la tension nominale du réseau utilisé.

---

## Tension de l'alimentation auxiliaire

La tension de l'alimentation auxiliaire doit correspondre à l'alimentation disponible.

La sélection de la tension est faite en usine, d'après le code de commande, à l'aide des ponts soudés sur la carte commande (voir page 4-10).

## Signaux d'entrée

Les configurations des cavaliers sur la carte commande doivent être compatibles avec les niveaux choisis des signaux analogiques utilisés pour :

- la commande (voir page 4-11)
- la limitation de courant externe (voir page 4-13)
- la mesure externe (voir pages 4-11 et 4-12).

## BOÎTE DIAGNOSTIQUE

Pour faciliter les réglages et la mise en route et pour faire le diagnostic de l'état du gradateur, il est recommandé d'utiliser la boîte diagnostique **EUROTHERM, type 260**.

La boîte diagnostique possède un ruban en nappe venant se brancher sur le connecteur 20 broches (connecteur diagnostique) prévu sur la face avant du gradateur.

Munie d'un commutateur à **20 positions**, la boîte diagnostique permet de visualiser sur son afficheur numérique les valeurs des paramètres du gradateur et de la régulation. L'afficheur a deux chiffres après la virgule pour permettre une lecture précise des grandeurs sélectionnées.

Les signaux du connecteur diagnostique peuvent également être observés à l'oscilloscope.

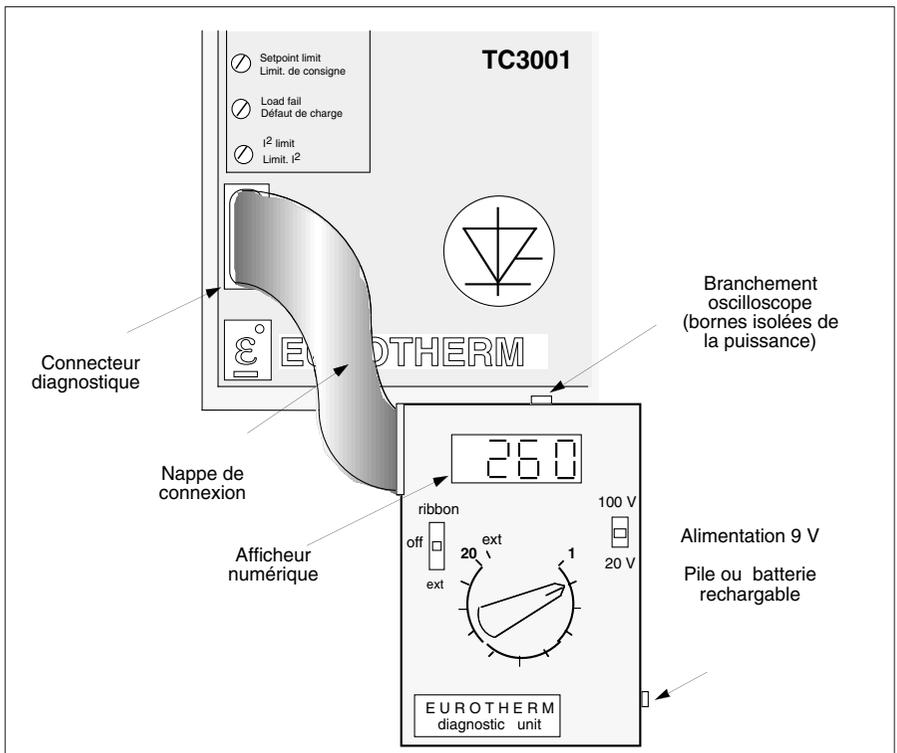


Figure 6-1 Branchement de la boîte diagnostique EURO THERM, type 260 et du gradateur TC3001

Dans le tableau suivant sont indiqués la désignation de chaque position de la boîte diagnostique **EUROTHERM, type 260** et les valeurs typiques des signaux mesurés.

Ces signaux sont des valeurs **continues**.

Position	Désignation	Valeur typique	Remarques
1	Alimentation	+5,6 V	
2	Référence	+5 V	
3	Alimentation	+15 V	
4	Tension utilisateur	+10 V	Bornier commande
5	Alimentation	-15 V	-14,45 à -15,55 V
6		+21 V	Redressée, filtrée
7	Signal de commande d'entrée (en sortie du convertisseur)	0 à 5 V	
8	Seuil du réglage de la détection du PLF	0 à 5 V	Potentiomètre <b>P4</b>
9	Limitation de consigne	0 à 5 V	Potentiomètre <b>P3</b>
10	Temps du cycle du Train d'ondes	0 à 5 V	Potentiomètre <b>P2</b>
11	Durée de rampe, de démarrage/arrêt progressif ou de retard d'amorçage	0 à 5 V	Potentiomètre <b>P1</b>
12	Calibration de $I_1$ (M2=0) ou Image de $I_1$ en fonctionnement (M2=1)	1 à 10 V en calibration,  0 à 1,67 V en fonctionnement	Calibration (M2 = 0) par potentiomètre <b>P7</b>
13	Calibration de $I_2$ (M3=0) ou Image de $I_2$ en fonctionnement (M3=1)		Calibration (M3 = 0) par potentiomètre <b>P8</b>
14	Calibration de $I_3$ (M4=0) ou Image de $I_3$ en fonctionnement (M4=1)		Calibration (M4 = 0) par potentiomètre <b>P9</b>
15	Synchronisation	Impulsions 5 V	Passage à zéro
16	Remise à zéro du microprocesseur	Remise : 5 V	État normal : 0V
17	Validation	5 V	Inhibition : 0 V
18	Alimentation	0 V commun	
19	Consigne de la limitation de courant (seuil d'intensité $I^2$ )	0 à 5 V	Potentiomètre <b>P5</b>
20	Calibration de tension (M1=0) ou Image U en fonctionnement (M1=1)	1 à 10 V en calibration. Etoile avec neutre : régler 1,73 V	Calibration (M1 = 0) par potentiomètre <b>P6</b>
		0 à 1,67 V en fonctionnement	Cavalier M1 = 1

Tableau 6-1 Destination des positions de la boîte diagnostique EURO THERM, type 260

## CALIBRATION DU GRADATEUR

La calibration du gradateur est effectuée pour que la **valeur maximale** de l'échelle choisie du signal d'entrée **corresponde** aux **valeurs nominales** des **courants** et de la **tension** admissible par la charge utilisée.

La calibration effectuée agit également sur les signaux de retransmission de puissance et sur le signal de contre-réaction sélectionné pour l'algorithme de régulation.

Les quatre potentiomètres (désignés par **P6 à P9**), permettent de calibrer le gradateur en tension et en courants. Ils sont situés sur la **carte potentiomètres**, placée perpendiculairement à la carte commande (voir figure 1-2). Les potentiomètres de calibration sont accessibles avec la porte avant ouverte. Chaque potentiomètre possède un réglage sur **10 tours**.

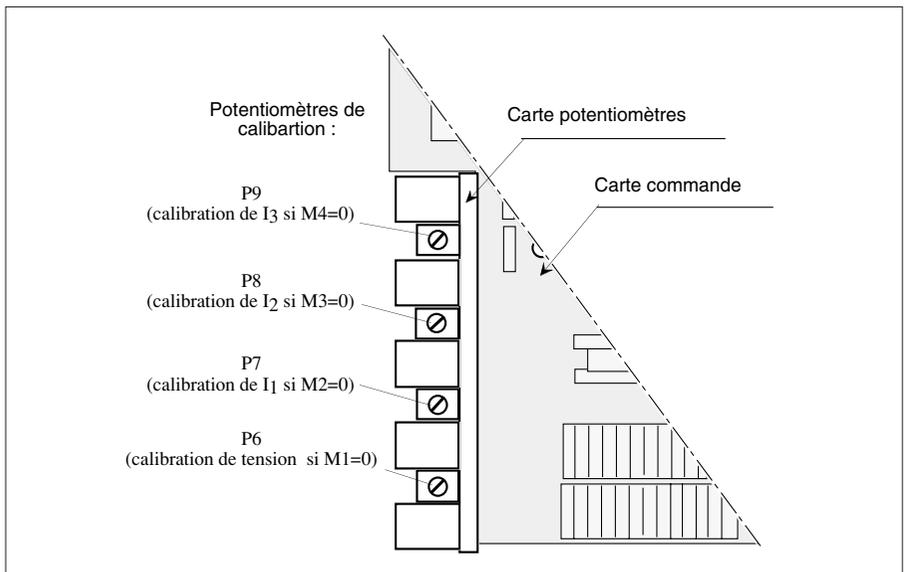


Figure 6-2 Emplacement des potentiomètres de calibration

La procédure de la calibration doit être effectuée à l'aide de la boîte diagnostique **EUROTHERM, type 260** permettant une lecture précise des grandeurs calibrées.

**Note :** La calibration n'est pas indispensable si :

- on **n'utilise pas** les retransmissions
- les courants et tension charges sont **proches** de ceux du gradateur TC3001

Deux types de calibration sont possibles suivant la position des cavaliers de calibration **M1 à M4** :

- calibration **hors conduction** ou
- calibration **en pleine conduction**.

Normalement la calibration doit se faire **hors conduction** (les cavaliers **M1 à M4** sur la carte commande sont mis en **position 0**).

La calibration du gradateur effectuée hors conduction n'oblige pas à faire fonctionner l'installation dans ses conditions nominales et peut être effectuée **sans la présence** de la tension triphasée.

Une fois les calibrations hors conduction **effectuées**, les cavaliers de calibration doivent être remis en position de **fonctionnement** (à **1**).

La calibration **en pleine conduction** s'effectue dans le cas où il est nécessaire de **préciser** ou de **retoucher** la calibration **en cours de fonctionnement** du gradateur.

Dans ce cas, il faut laisser les cavaliers de calibration en **position de fonctionnement**.

En sortie d'usine, les signaux de calibration sont réglés pour la **tension nominale** et les **courants nominaux** spécifiés lors de la commande du gradateur et la procédure suivante de calibration est facultative, elle est à effectuer uniquement pour des conditions lorsque la tension et les courants nominaux de la charge peuvent être changés.

---

### Important !

Lorsque la grandeur est calibrée à la valeur  **nominale**, la lecture correspondante sur la boîte diagnostique en positions **12, 13, 14** et **20** est **1 V** (cavaliers de M1 à M4 en position  **calibration**) et **1, 73 V** en position **20** en montage étoile avec  **neutre**.

---

Lors de la calibration en conduction il faut bien prendre en compte qu'en  **pleine conduction** (régime de courant sinusoïdal) les valeurs continues (signaux sinusoïdaux redressés, double alternances) lues en positions **12, 13, 14** et **20** de la boîte diagnostique EURO THERM, type 260 sont **1,67 V** (**1,855 V** efficace ou **2,61 V** crête à crête à l'oscilloscope) dans les conditions nominales de courants et tension.

---

### Attention !



La calibration  **ne peut être faite** à une valeur inférieure à **10%** des courants nominaux

---

## Calibration des courants phases

Pour calibrer le gradateur en courants calculer la tension de calibration  $U_{CA}$  pour chaque phase selon le rapport suivant :

$$U_{CA} (V) = 1 V \times \frac{I_{GN}}{I_{CN}}$$

où  $I_{GN}$  - courant nominal du gradateur (voir l'étiquette d'identification)  
 $I_{CN}$  - courant nominal de la charge.

### Calibration hors conduction (M2 à M4 en position 0)

- Vérifier la position **0** du cavalier (de **M2 à M4**) correspondant à la phase à calibrer
- En tournant le potentiomètre de la phase à calibrer (**P7 à P9**), faire apparaître la valeur  $U_{CA}$  calculée sur l'afficheur de la boîte diagnostique en positions **12, 13** et **14** (respectivement phase **1, 2** et **3**)
- Remettre les cavaliers **M2 à M4** en position de fonctionnement.

#### Exemple :

Puissance de la charge triphasée équilibrée	<b>P</b>	=	<b>150 kW</b>
Tension de ligne (entre phases)	<b>U<sub>L</sub></b>	=	<b>380 V</b>
Courant nominal du gradateur	<b>I<sub>GN</sub></b>	=	<b>300 A</b>

Le courant nominal de la charge  $I_{CN} = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_L} = \frac{150 \times 10^3 W}{\sqrt{3} \times 380 V} = 228 A$

La tension de calibration :  $U_{CA} = 1 V \times \frac{I_{GN}}{I_{CN}} = 1 V \times \frac{300 A}{228 A} = 1,32 V$

Il faut donc tourner chaque potentiomètre consécutivement (**P7 à P9**) pour obtenir **1,32 V** sur l'afficheur de la boîte diagnostique dans chacune des positions **12, 13** et **14**.

### Calibration en conduction (M2 à M4 en position 1)

Dans le cas où il est nécessaire de **préciser** ou de **retoucher** la calibration en cours de fonctionnement du gradateur, il est possible d'effectuer le réglage avec les cavaliers de calibration **en position de fonctionnement**.

Pour cette procédure, les signaux lus par la boîte diagnostique sont des valeurs redressées, correspondant à des courants réellement mesurés.

La calibration des courants de phases **en pleine conduction** est obtenue donc par de réglage de la tension  $U_{CA}$  à la valeur **1,67 V**.

## Calibration de la tension de charge

Pour calibrer le gradateur **TC3001** en tension, calculer la tension de calibration ( $U_{CA}$ ) selon le rapport suivant :

$$U_{CA}(V) = 1 \text{ V} \times \frac{U_{GN}}{U_{CN}}$$

où  $U_{GN}$  - tension nominale du gradateur (voir l'étiquette d'identification)  
 $U_{CN}$  - tension nominale de la charge (tension entre phases du réseau utilisé).

---

### Important !

Dans le cas du montage en **étoile avec neutre**, il faut multiplier  $U_{CA}$  par  $\sqrt{3}$ .  
 Pour ce montage la calibration en sortie d'usine est **1,73 V**.

---

## Calibration hors conduction (M1 en position 0)

En tournant le potentiomètre **P6**, faire apparaître la valeur  $U_{CA}$  calculée sur l'afficheur de la boîte diagnostique en position **20**. Remettre le cavalier **M1** en position de fonctionnement (à **1**).

**Exemple 1** : Tension nominale du gradateur **TC3001**  $U_{GN} = 380 \text{ V}$   
 Tension de ligne, montage en 3 fils  $U_{CN} = 350 \text{ V}$

$$\text{Tension de calibration : } U_{CA} = 1 \text{ V} \times \frac{U_{GN}}{U_{CN}} = 1 \text{ V} \times \frac{380 \text{ V}}{350 \text{ V}} = 1,09 \text{ V}$$

Il faut tourner le potentiomètre **P6** pour que l'afficheur en position **20** donne le **1,09 V**.

**Exemple 2** : Mêmes conditions qu'à l'exemple **1**, mais montage en **étoile avec neutre**.

Tension de calibration  $U_{CA} = 1,09 \text{ V} \times \sqrt{3} = 1,89 \text{ V}$   
 Il faut tourner le potentiomètre **P6** pour que l'afficheur en position **20** donne le **1,89 V**.

## Calibration en conduction (M1 en position 1)

Le signal lu par la boîte diagnostique est la valeur **redressée**, correspondant à la **tension réellement** mesurée. En **pleine conduction** (régime de tensions de charge sinusoïdales) la valeur continue lue sur la position **20** doit être **1,67 V**.

## Calibration de la tension de ligne

Le niveau de la tension de ligne lue par le microprocesseur est ajustable par le potentiomètre (désigné par **P18**) situé sur la carte commande (voir figure 4-3, page 4-9).

---

### Attention !



Ce réglage est effectué à la sortie de l'usine et **ne doit pas être modifié**.

## MISE EN ROUTE

### Réglages préliminaires

- Après avoir vérifié le câblage s'assurer que l'entrée «**Validation**» (borne **15** sur la carte commande) est bien reliée directement ou à travers d'un contact fermé au «**+10 V**» (borne **16** sur le même bornier) ou à une tension externe comprise entre +5 V et + 10 V référencée par rapport à la borne **17** («**0 V**»).
- Après calibration, vérifier que les cavaliers de Calibration/Fonctionnement **M1 à M4** sont bien en position fonctionnement (**à 1**).
- La position initiale du potentiomètre **P1** dépend du **mode de conduction des thyristors**.
  - Fonctionnement en "Angle de phase" : potentiomètre **P1** à **zéro** - à fond dans le sens **inverse** des aiguilles d'une montre - (sauf si la rampe est utilisée) - ce qui donne **0** en position **11** de la boîte diagnostique.
  - Fonctionnement en "Train d'ondes" sur la charge inductive ou sur primaire de transformateur : potentiomètre **P1** à fond dans le **sens** des aiguilles d'une montre, ceci correspond à un décalage du premier amorçage des thyristors de **90°**.
- Mettre le potentiomètre **P3** («Limitation de la consigne») à zéro, c'est-à-dire à fond dans la sens **inverse** des aiguilles d'une montre.
- Mettre le potentiomètre **P5** («Limit.I<sup>2</sup>») à la position calculée pour la limitation de courant désiré.



#### Attention !

Si le potentiomètre **P5** par erreur est complètement à **zéro** (en butée dans le sens **inverse** des aiguilles d'une montre) le fonctionnement du gradateur en modes de conduction Logique et Train d'ondes, est **arrêté** par l'alarme «**Surintensité**»

Dans ce cas, après le positionnement du P5 hors zéro, il est nécessaire d'**acquitter l'alarme**.

## Mise sous tension

Lors de la mise sous tension la **reconnaissance automatique de l'ordre de rotation** des phases est effectuée.

- Mettre le gradateur sous tension (alimentation de puissance et puis alimentation auxiliaire).

---

### Attention !



Si l'alimentation de la commande se fait **avant** la mise sous tension de la puissance, l'alarme «**Sous-tension**» apparaît.

---

- Vérifier que le courant de charge est égal à **0** en **absence** du signal de commande.
- Appliquer un signal de commande sur l'entrée (borne 14 de la carte commande).
- Tourner légèrement le potentiomètre **P3** dans le sens des aiguilles d'une montre et vérifier que le courant augmente dans la charge et qu'il évolue en fonction du niveau de **P5**.

---

### Important !



Si le cavalier **K13** est en position **1**, le gradateur démarre avec une **rampe de sécurité** de **32** périodes en variation de l'angle de conduction **quel que soit le mode** de conduction des thyristors sélectionné.

Cette rampe de sécurité est appliquée au démarrage :

- à la **mise sous tension** de l'électronique de commande,
  - après une **inhibition**
  - après la remise à **zéro** du microprocesseur,
  - à partir d'une consigne nulle en mode «Train d'angles de phase»
- 

- S'assurer que le courant efficace ne dépasse pas le courant nominal du gradateur lorsque **la consigne est à 100%** et le potentiomètre **P3** est à fond dans le sens des aiguilles d'une montre.
- Si les courants ne correspondent pas au signal de commande appliqué alors que les signaux des potentiomètres **P5** et **P3** sont à **100%**, retoucher la **calibration** des courants.

Le signal de commande peut être lu en position **7** de la boîte diagnostique (**5V** correspond à **100%** du signal d'entrée).

Les informations sur les courants de charge sont disponibles en positions **12**, **13** et **14** de la boîte diagnostique.

---

## Réglage du retard de l'amorçage sur charge inductive

### Modes «Train d'ondes» et «Logique»

Pour supprimer la surintensité du régime transitoire durant la mise sous tension des charges inductives, le premier déclenchement sur chaque phase en modes «Train d'ondes» et «Logique» doit être retardé par rapport au zéro de tension correspondant (voir page 5-9).

L'angle de retard optimum dépend de la charge utilisée et peut être ajusté avec potentiomètre **P1** («**Retard TO**») de la face avant.

En sortie d'usine, l'angle de retard est réglé à **90°** (potentiomètre **P1** à fond dans le sens des aiguilles d'une montre).

Pour affiner l'angle de retard lors de la mise en route, suivre la procédure suivante :

- Vérifier que la position du cavalier **K7** sur la carte commande est à **1** (charge inductive) et que le potentiomètre **P1** est au **maximum**, c'est à dire complètement en butée dans le **sens** des aiguilles d'une montre.
- Brancher un oscilloscope pour visualiser de courant transitoire.
- **Après** la mise sous tension, tourner lentement le potentiomètre **P1** dans le sens **inverse** des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que le **courant transitoire** à la mise en conduction, visualisé sur l'oscilloscope, ait une **amplitude minimale**.

L'information sur l'angle de retard de l'amorçage est disponible sous la forme de tension en position **11** de la boîte diagnostique (**5 V** correspond à **90°**; l'abaque du réglage de l'angle de retard est présenté sur la page 5-22).

## RÉGLAGE DE LA DÉTECTION DE RUPTURE PARTIELLE DE CHARGE

Le réglage de la détection de la rupture partielle de charge (détection de **PLF**) s'effectue pour obtenir la **sensibilité maximale** du circuit de détection de **PLF** dans les conditions nominales de fonctionnement du gradateur et des charges.

Ce réglage consiste à **mettre en mémoire**, à l'aide du potentiomètre **P4** les **conditions nominales** de fonctionnement.

Le réglage de PLF (ou non-réglage) est visualisé sur l'**afficheur** en face avant (voir chapitre 7).

**Note** : Le réglage de PLF n'a de sens que pour des charge à **faible** coefficient de température.  
Pour **inhiber** la détection de PLF il faut mettre le potentiomètre **P4** dans le sens **inverse** des aiguilles d'une montre.

Pour effectuer le réglage de **PLF** :

- **Calibrer** le gradateur en courants et en tension
- Se placer dans les **conditions nominales** d'utilisation de l'installation pour que la détection de rupture partielle de charge présente la meilleure sensibilité
- Tourner progressivement le potentiomètre **P4** dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que le message clignotant «**P**» suivi d'un **numéro** de ligne dont l'impédance est la plus haute, s'affiche sur l'afficheur de la face avant.  
Ce message clignote **5 s** durant lesquelles l'impédance nominale de la charge est **enregistrée**.

---

### Attention !



Le réglage de la détection de PLF n'est possible que si le courant de chacune des phases est supérieur à **25%** du courant nominal de charge.

---

### Important !

Régler de préférence la détection de PLF à 100% de conduction (charge à la température la plus élevée).

En mode Train d'ondes **lent** lors de réglage du PLF tourner le potentiomètre P5 très **doucement** car la détection du PLF n'est active que pendant la période de conduction.

Si l'on **modifie** la **calibration** de courant ou de tension du gradateur, il faut ensuite **refaire un réglage** de détection de PLF.

## Chapitre 7

### MESSAGES DE L'AFFICHEUR

Sommaire	page
Généralités .....	7-2
Messages fixes .....	7-2
Messages clignotants .....	7-3
Détection de PLF .....	7-3
Erreur .....	7-3
Défauts .....	7-4
Défaut microprocesseur .....	7-4

## Chapitre 7 MESSAGES DE L'AFFICHEUR

### GÉNÉRALITÉS

Pendant la procédure de mise en route du gradateur et pendant son fonctionnement ultérieur, des messages apparaissent sur l'afficheur en face avant. Ces messages informent l'utilisateur sur :

- le type de fonctionnement du gradateur
- les alarmes actives
- les erreurs et les défauts.

Deux types de message se présentent sur l'afficheur.

- Des messages **fixes** indiquant le mode de fonctionnement actuel du gradateur. Le gradateur fonctionne **normalement, ou en** limitation de courant en mode Phase d'angle, ou est inhibé.
- Des messages **clignotants** indiquant un régime **anormal** (une erreur ou un défaut).

### MESSAGES FIXES



Fonctionnement normal en mode **Angle de phase**



Fonctionnement normal en modes :

- **Train d'ondes**
- **Train d'angles de phase**



Fonctionnement normal en mode **Logique**.



**Rampe** sur une **augmentation** de la consigne par variation d'angle d'ouverture des thyristors.



**Rampe** sur une **diminution** de la consigne par variation d'angle d'ouverture des thyristors.



**Limitation de courant** par la variation d'angle d'ouverture des thyristors.



**Inhibition** du gradateur (borne 15 «**Validation**» de la carte commande est à **0 V** ou n'est pas reliée au **+10V**).

## MESSAGES CLIGNOTANTS

Un message clignotant se compose de **trois affichages consécutifs** durant **1,25 s** chacun (les deuxième et troisième affichages peuvent être **vides**).

L'afficheur indique trois types de messages clignotants :

- Message «P» - une détection de rupture partielle de la charge. Le message suivant indique le numéro de phase (ou disparition de détection).
- Message «E» - une **erreur**. Le message **suivant** indique le **type** d'alarme.
- Message «F» - un **défaut** (inhibition du gradateur).  
Le message **suivant** indique le **type** d'alarme.

En cours de ces messages le **point décimal** de l'afficheur indique l'**état actif de l'alarme**.

Les messages clignotants permettent **d'identifier** certaines alarmes. Pour les conditions de l'apparition des alarmes et leur état détaillé voir chapitre «**Alarmes**».

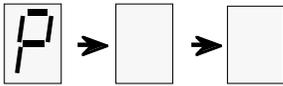
### Détection de P L F

Le gradateur **continue** à fonctionner.



Une rupture partielle de la charge. Le défaut est toujours **présent**. Le deuxième message indique le N° de la phase concernée (la phase **3** dans l'exemple). Si plusieurs phases sont en défaut seul le N° inférieur sera affiché.

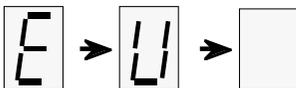
Quand l'alarme disparaît, message «P» reste mémorisé (mais pas le N° de phase).



Une rupture partielle de charge **a été détectée** mais elle n'existe plus actuellement. **Attente** d'un acquittement.

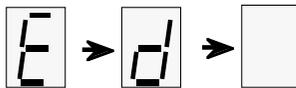
### Erreur

Le gradateur **continue** à fonctionner.



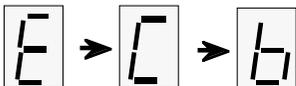
**Surtension** du réseau.

Ce message disparaît en même temps que la surtension.



**Déséquilibre** de charge (l'apparition après **5 s**) si la détection du **PLU** est configurée.

Ce message disparaît en même temps que le déséquilibre.



La **première** détection de surintensité en mode **Train d'ondes**. Le gradateur est en limitation de courant en variation d'angle. Cette alarme est mémorisée et doit être acquittée.

(Si une deuxième détection survient avant que l'alarme soit acquittée, le fonctionnement du gradateur sera inhibé avec l'indication du message du défaut)

## Défauts

La détection des défauts suivants provoquent l'**inhibition** du fonctionnement.

Le gradateur retourne automatiquement en fonctionnement normal dès que **la cause** du défaut **disparaît** (phase manquante, fréquence, sous-tension) ou après un **acquiescement** (court-circuit des thyristors, surintensité, rupture du signal externe).

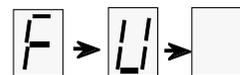
Les messages ci-dessous apparaissent **5 s** après l'apparition du défaut (sauf surintensité).



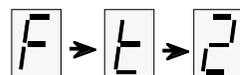
- Une ou **plusieurs phases** du réseau sont **manquantes**.  
Le **deuxième** message indique le N° de la phase manquante (la phase **3** par exemple). Si plusieurs phases sont concernées, seul le N° **inférieur** sera affiché.
- Affichage «F» «1» : la phase 1 est manquante ou le contact **température** en alarme (pour unités ventilées).



- **Fréquence** du réseau **hors** des limites normales d'utilisation (**40 à 70 Hz**)
- **Rupture du circuit neutre** en montage Étoile avec neutre fusion du fusible sur la carte puissance...) avant 05/97



**Sous-tension** du réseau **U < 70 %** de la tension **nominale**.



**Court-circuit** des thyristors dans au moins **1** phase.  
Le **troisième** message indique le N° de la phase concernée (la phase **2** par exemple).



**Dépassement** du seuil d'intensité en mode **Logique** ou **Deuxième** surintensité en mode **Train d'ondes** (sans acquiescement après la première surintensité).



- **Rupture** de retour du signal **externe** dans le cas d'une régulation sur mesure externe (sauf en mode Logique)
- **Rupture du circuit neutre** en montage Étoile avec neutre fusion du fusible sur la carte puissance...) à partir de 05/97.

## DÉFAUT MICROPROCESSEUR



L'afficheur n'indique **aucun** message ou des messages **incohérents**.

Le fonctionnement du gradateur est **inhibé** (par le «Watchdog») et la carte commande doit être changée.



- Microprocesseur remis à zéro («**Reset**»)
- Initialisation du gradateur (message transitoire).

## Chapitre 8 ALARMES

Sommaire	Page
Stratégie d'alarmes .....	8-2
Relais d'alarmes .....	8-4
Alarmes graves .....	8-5
Absence des phases du réseau .....	8-5
Sous-tension .....	8-5
Surintensité .....	8-6
Erreur de fréquence .....	8-6
Rupture du Neutre .....	8-7
Court-circuit des thyristors .....	8-7
Rupture du signal de mesure externe .....	8-7
Alarmes bas niveau .....	8-8
Surtension .....	8-8
Première surintensité en Train d'ondes .....	8-8
Déséquilibre de la charge .....	8-9
Rupture partielle de charge (PLF) .....	8-10
Sensibilité de la détection du PLF .....	8-11
Gestion des alarmes .....	8-14
Acquittement des alarmes .....	8-16

## Chapitre 8 ALARMES

Les alarmes dont dispose le gradateur TC3001, protègent les thyristors et l'installation contre les **fonctionnements anormaux** et donnent à l'utilisateur **l'information** sur le type des défauts survenus.



---

### Danger !

**Les alarmes ne peuvent en aucun cas se substituer à la protection du personnel.**

Il est de la responsabilité de l'utilisateur et il est fortement recommandé compte tenu de la valeur des équipements contrôlés par le TC3001, d'installer des dispositifs de **sécurité indépendants qui devront être contrôlés régulièrement.**

A cet effet Eurotherm Automation peut fournir divers types de détecteurs d'alarme.

---

## STRATÉGIE D'ALARMES

Les alarmes du gradateur **TC3001** sont entièrement **gérées par le microprocesseur** de la carte commande qui retransmet ses informations (alarmes actives ou non) **par l'afficheur** de la face avant du gradateur et par **deux relais d'alarmes**.

Les alarmes sont **hiérarchisées** (voir figure 8-1). La détection d'une des alarmes de haut niveau **interdit** le traitement des alarmes de niveau inférieur.

L'état actif de toutes les alarmes est indiqué par **l'afficheur** de la face avant (voir pages 7-1 à 7-4) et par deux **relais d'alarmes** (voir page 8-4).

Les alarmes de plus **haut** niveau détectent les défauts suivants:

- absence d'une ou plusieurs phases du réseau
- surintensité en modes Logique et Train d'ondes
- sous-tension
- fréquence du secteur anormale
- court-circuit des thyristors
- rupture du signal de mesure externe.
- rupture du neutre (fusion fusible sur la carte puissance).

La détection d'un des ces défauts provoque **l'inhibition du fonctionnement** du gradateur (affichage «**F**» «...» ).

Les alarmes de bas niveau (affichage «**E**» «...» ) surveillent :

- la surtension
- le déséquilibre des courants
- la rupture partielle de la charge
- la première surintensité en mode Train d'ondes.

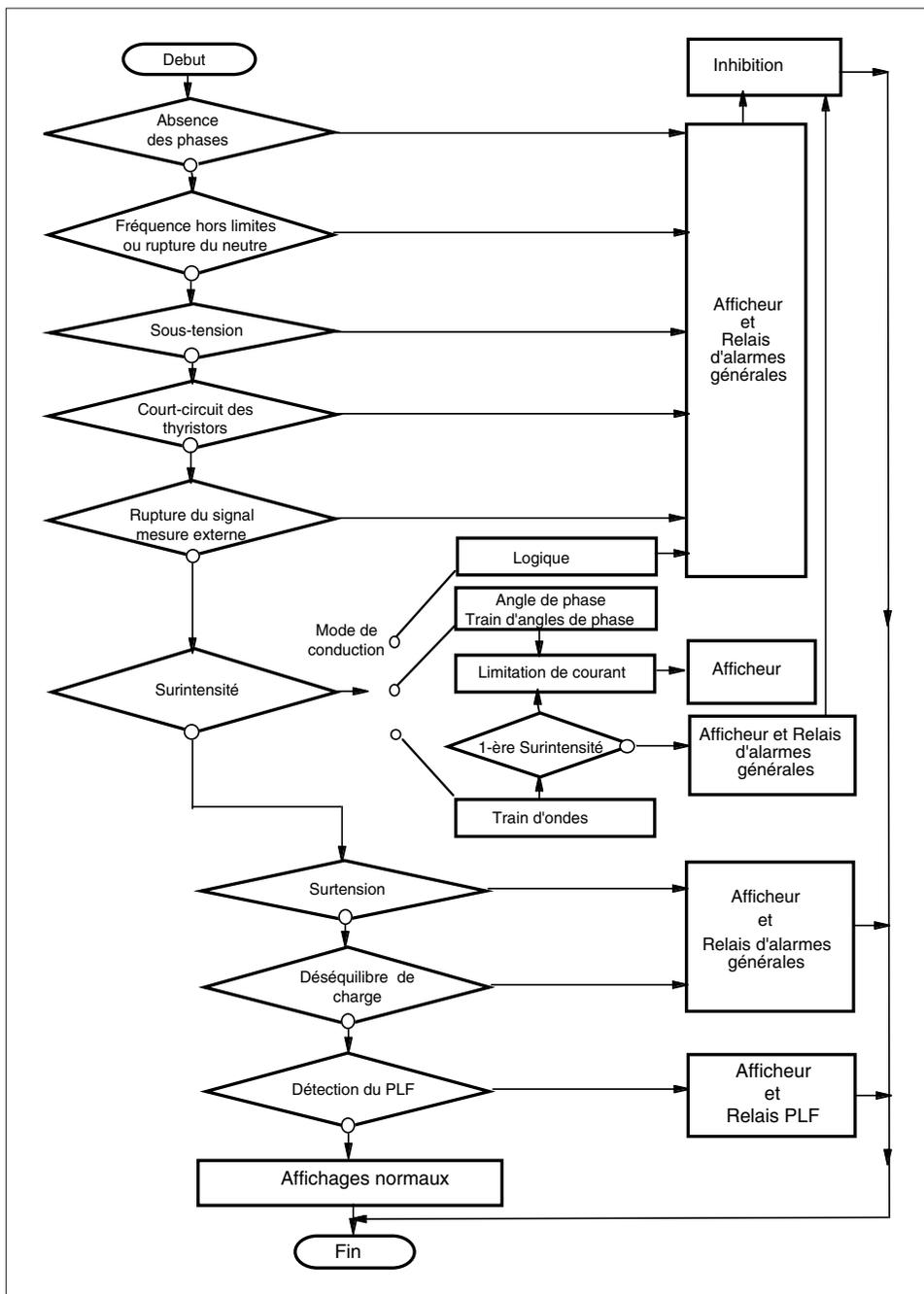


Figure 8-1 Hiérarchie et stratégie des alarmes

## RELAIS D'ALARMES

Sur la carte commande sont situés deux relais d'alarmes :

- celui de la rupture partielle de la charge (relais **PLF**)
- celui de toutes les autres alarmes (**relais d'alarmes générales**).

La détection de la rupture partielle de la charge change l'état du **relais PLF**.

La détection de toutes les autres alarmes change l'état du **relais d'alarmes générales**.

Les contacts (**N/O** ou **N/F** selon configuration) peuvent être utilisés pour indiquer l'état des alarmes. Les contacts sont disponibles sur le bornier utilisateur en-dessous du gradateur (bornes **51-52** et **61-62**).

Les contacts des relais peuvent être branchés sans ouverture de la porte frontale du gradateur.

Le branchement des contacts des relais d'alarmes est présenté sur la page 3-12.

Le pouvoir de coupure du contact est **0,25 A (250 Vac ou 30 Vdc)**.

La tension d'utilisation du contact ne doit être en aucun cas supérieure à **250 Vac**.

Les relais Alarmes sont **désexcités en alarme** ou quand le gradateur est **hors tension**.

## ALARMES GRAVES

Les alarmes graves détectent l'absence ou la baisse importante de la tension du réseau, la surintensité (en modes Logique et Train d'ondes), le dépassement des limites de fréquence, la rupture du neutre sur la carte puissance en montage étoile avec neutre, le court-circuit des thyristors et la rupture du signal de mesure externe.

Ces alarmes sont intégrées pendant **5 s avant d'être prises en compte** (sauf Surintensité).

Les alarmes graves **arrêtent** le fonctionnement du gradateur par l'**inhibition** des impulsions des gâchettes des thyristors et **décolent** le relais d'alarmes générales.

La conduction des thyristors s'arrêtera au premier passage à zéro du courant .

L'état des alarmes graves est signalé par des **messages clignotants** sur l'afficheur de la face avant et par le **contact** (N/O ou N/F suivant la configuration) du relais d'alarmes générales.

### Absence des phases du réseau

Cette alarme apparaît quand une ou plusieurs phases du réseau sont manquantes.

L'alarme de l'absence des phases peut être provoquée par les défauts du **réseau**, par la fusion des **fusibles**, par l'ouverture des **disjoncteurs** ou des **contacteurs** de ligne, et aussi par l'ouverture d'un **thermocontact** de sécurité des gradateurs à refroidissement forcé (dans ce cas affichage «F» «1»).

L'état actif d'alarme est visualisé sur l'afficheur (messages «F» «1», «F» «2» ou «F» «3» suivant la phase manquante) et signalé par le contact du relais d'alarmes générales.

Si plusieurs phases sont coupées, sur l'afficheur n'apparaîtra qu'**un seul** message avec le numéro de la phase ayant le plus petit numéro parmi les numéros des phases manquantes (phase **1** à gauche, **2** au centre et **3** à droite).

L'alarme d'absence des phases du réseau n'est pas mémorisée et disparaît dès que les **trois phases** sont **présentes**. Le gradateur retourne automatiquement en fonctionnement normal.

### Sous-tension

L'alarme Sous-tension utilise la tension entre les phases **1** et **2** comme la référence.

Si la tension ligne baisse de plus de **30%** par rapport à la valeur nominale, l'alarme de sous-tension est détectée ce qui :

- **inhibe** le gradateur,
- **décolle** le relais d'alarmes générales
- fait apparaître le message clignotant «F» «U» sur l'afficheur de la face avant.

Cette alarme n'est pas mémorisée et disparaît dès que la tension du réseau est supérieure au seuil fixé. Un retour au-dessus de **70%** de la tension nominale permet au gradateur de redémarrer automatiquement.

## Surintensité

La limitation de courant en mode **Logique** et en mode **Train d'ondes** (seulement sur la **deuxième** surintensité) agit avec **arrêt** de conduction des thyristors (alarme «**Surintensité**»).

Si la valeur efficace du **courant maximal** d'une des phases de la charge **en ces deux modes dépasse** de **10%** le seuil du courant admissible dans la charge (seuil d'intensité **I<sub>LIM</sub>**), le fonctionnement du gradateur **s'arrête** et les impulsions des gâchettes des thyristors sont **inhibées**. La conduction des thyristors s'arrêtera au premier passage à zéro du courant. L'état actif de l'alarme Surintensité dans ces modes de conduction est affiché par le message clignotant «**F**» «**C**» «**b**» et par changement d'état du relais d'alarmes générales.

Le dépassement du seuil d'intensité en modes de conduction Angle de phases, Train d'angles de phase et Train d'ondes avec démarrage/arrêt progressifs (ou la première surintensité en Train d'ondes) actionne la limitation de courant en variation d'angle d'ouverture des thyristors et n'inhibe pas le fonctionnement du gradateur (voir «Limitation de courant»). L'état actif de l'alarme Surintensité dans ces modes de conduction est affiché par le message fixe «**C**».

Le seuil d'intensité (**I<sub>LIM</sub>**) est fixé par le potentiomètre «**Limit. I<sup>2</sup>**» (**P5**) en face avant du gradateur. Le potentiomètre **P5** peut fonctionner en cascade avec un signal externe de limitation de courant ou avec la tension interne.

Pour plus d'efficacité, le circuit de la détection de la Surintensité utilise la valeur du **carré** du courant efficace de la charge **I<sub>C</sub><sup>2</sup>** pour comparer à la valeur du carré de la consigne **résultante** de limitation de courant. Cette consigne est fixée par la position du potentiomètre **P5** en tenant compte de la présence éventuelle du signal **externe** de limitation de courant.

Le fonctionnement du gradateur après l'inhibition n'est possible qu'après un **acquiescement** d'alarme (voir page 8-16).

## Erreur de fréquence

Si la fréquence du réseau est **hors** des limites normales d'utilisation (**40 à 70 Hz**) l'alarme d'erreur de fréquence :

- **décôle** le relais d'alarmes générales
- **inhibe** le gradateur
- fait apparaître le **message** clignotant «**F**» «**P**» sur l'afficheur de la face avant.

Cette alarme n'est pas mémorisée et disparaît dès que la fréquence du réseau revient dans les limites normales d'utilisation.

## Rupture du neutre

En montage **Étoile avec neutre** (4 fils) pour le fonctionnement correcte du gradateur le neutre doit être ramener sur la carte puissance. Le bornier utilisateur **Neutre** en-dessous du gradateur, le **fusible** du neutre, la résistance **R5** et le cavalier **LK8** sur la carte puissance servent à cette liaison.

En cas de rupture de ce circuit ou de fusion fusible du neutre uniquement en montage des charges en étoile 4 fils, l'alarme Rupture du neutre :

- décolle le relais d'alarmes générales
- inhibe le gradateur
- fait apparaître sur l'afficheur de la face avant le **message** clignotant :
  - «F» «P» avant le mois de mai 1997
  - «F» «E» depuis le mois de mai 1997.

Cette alarme n'est pas mémorisée et disparaît dès que la liaison du neutre sera rétablie.

## Court-circuit des thyristors

La détection de court-circuit des thyristors est active si le courant mesuré est supérieur à **10%** du courant de calibration (courant nominal de la charge **I<sub>CN</sub>**), **lorsque** la demande d'ouverture des thyristors est nulle (consoigne principale à zéro).

En cas de détection de **court-circuit thyristors** dans deux ou trois phases :

- le gradateur est **inhibé**,
- le relais d'alarmes est **décollé**,
- le message clignotant de l'afficheur «F» «t» est apparu (le troisième caractère indique le **numéro** de la phase concernée).

Le court-circuit des thyristors dans **une seule phase** (montage 3 fils) est considéré comme le **déséquilibre** des charges et provoque l'alarme correspondante.

L'alarme Court-circuit des thyristors est mémorisée, seul un **acquiescement** d'alarme ou une mise hors tension permet de **désactiver** cette alarme et de redémarrer le gradateur.

## Rupture du signal de mesure externe

Cette alarme apparaît lorsqu'on détecte l'**absence** du signal de mesure externe dans le cas où une régulation sur mesure externe est sélectionnée (codification «EX» et «E\*\*\*») et que la demande de puissance **n'est pas nulle** (alarme **inactive** en mode Logique).

La détection d'une rupture d'un signal externe :

- **inhibe** le gradateur,
- **décolle** le relais d'alarmes générales,
- fait apparaître l'affichage «F» «E».

Le redémarrage est possible après l'**acquiescement** d'alarme.

## ALARMES BAS NIVEAU

Les alarmes de bas niveau **n'inhibent pas** le gradateur.

Les anomalies détectées sont visualisées par un changement des contacts des **relais** et par des messages sur l'**afficheur**.

Les alarmes de bas niveau (sauf Première surintensité en Train d'ondes) ne sont actives que **5 s après** l'apparition du défaut correspondant.

### Surtension

Si la tension de ligne devient supérieure de plus de **20%** par rapport à la tension nominale du gradateur, l'alarme de surtension est détectée :

- le relais d'alarmes **générales** est **décollé**,
- le message clignotant «**E**» «**U**» apparaît sur l'afficheur de la face avant.

En cas de surtension, le fonctionnement du gradateur **n'est pas inhibé**, la régulation **maintient constante** la valeur du paramètre de régulation pour le point de fonctionnement donné.

Un retour à une tension inférieure à **110%** de la tension nominale du gradateur remet le relais dans l'état hors alarme.

### Première surintensité en Train d'ondes

En mode de conduction **Train d'ondes** configuré **sans** démarrage/arrêt progressif, la **première** détection d'une intensité supérieure ou égale au seuil fixé par le potentiomètre **P5** (compte tenu de l'existence éventuelle du signal de la limitation externe) provoque l'état actif de la **limitation** de courant .

L'action de limitation de courant entraîne :

- la **diminution** de l'angle de conduction des thyristors afin de maintenir l'intensité inférieure au seuil d'intensité
- l'apparition du message «**E**» «**C**» «**b**» sur l'afficheur de la face avant.
- le démarrage **progressif** sur **8** périodes lorsque le train d'ondes suivant commence.

Si aucune surintensité n'est détectée après ces 8 périodes, le fonctionnement du gradateur reprend normalement en Train d'ondes.

Le message de l'erreur est mémorisé et devra être **acquitté** (voir page 8-16).

Si une nouvelle surintensité est détectée au cours du démarrage sur les 8 périodes, il y a arrêt du fonctionnement avec un message du **défaut** (voir «Surtension»).

## Déséquilibre de la charge

Si la détection de déséquilibre des phases est sélectionnée (code **PLU** ou **IPU**) la charge du gradateur **TC3001** est continuellement contrôlée par le système de détection de déséquilibre des courants contrôlés par les thyristors.

Les défauts suivants sur **une** ou **deux phases** peuvent être détectés :

- la rupture d'une partie ou de toute une branche de la charge;
- le court-circuit des thyristors d'une phase;
- le circuit ouvert d'un ou de plusieurs thyristors;
- le déséquilibre du réseau.

Si l'impédance des **trois** charges varie **uniformément** (par exemple, le vieillissement des éléments en carbure de silicium), la détection de déséquilibre **ne peut pas le détecter**.

Pour détecter le déséquilibre de la charge, le microprocesseur de la carte commande calcule la **différence** entre le plus **fort** et le plus **faible courant efficace** des trois courants contrôlés

$$\Delta I = I_{\text{EFF.MAX}} - I_{\text{EFF.MIN}}$$

Une alarme de déséquilibre de la charge est déclenchée (si elle est sélectionnée par le cavalier **K12**), à la condition suivante :

$$\Delta I > 0,25 I_{\text{EFF.MAX}}$$

---

### Attention !



La détection de déséquilibre est inactive si la plus forte des trois valeurs des courants efficaces n'est pas au moins égale à **10%** du courant nominal de la charge.

---

Lorsque l'alarme est déclenchée :

- le relais d'alarmes générales est **désexcité**
- l'afficheur en face avant indique le message «E» «d».

L'alarme du déséquilibre de la charge n'est pas mémorisée et **disparaît** automatiquement, **5 s** après le retour à un équilibre des courants.

## Rupture partielle de charge (PLF)

Le circuit de détection de la rupture partielle de charge mesure en permanence

- la tension efficace entre phases de charge  $U_{\text{EFF}}$  et
- les intensités des trois courants efficaces de lignes  $I_{1\text{EFF}}$ ,  $I_{2\text{EFF}}$ ,  $I_{3\text{EFF}}$ .

Les valeurs mesurées sont utilisées pour calculer les trois impédances entre phases  $Z_{12}$ ,  $Z_{23}$ ,  $Z_{31}$  et les comparer à la valeur d'impédance mémorisée lors du réglage de PLF.

Ceci permet de détecter sur une des phases une **rupture partielle** ou une **augmentation** de l'impédance de la charge (à condition que le courant du gradateur soit au moins égal à **10%** du courant nominal de la charge).

Le **réglage** de détection de la rupture partielle de charge consiste à **mettre en mémoire**, à l'aide du potentiomètre «**Défaut de charge**» en face avant (**P4**) les conditions nominales de fonctionnement (tension et courants **calibrés**).

La détection de rupture partielle de charge **ne peut pas** avoir lieu si le **réglage** n'a pas été **effectué**.

En cas de détection de rupture partielle dans une des phases de la charge:

- le message clignotant «**P**» «**1**», ou «**P**» «**2**», ou «**P**» «**3**» est visualisé sur l'afficheur de la face avant (si l'alarme disparaît elle reste en mémoire sauf le N° de phase concernée);
- le relais «**Alarmes PLF**» est **désactivé**.

L'alarme est acquittée si:

- le défaut **disparaît**
- un nouveau **réglage** de PLF est effectué.

L'alarme PLF peut être acquittée lorsque le gradateur est inhibé.

Par contre, l'alarme PLF ne peut pas être acquittée lorsque le réseau de puissance n'est pas disponible (affichage «**F**» «**1**»).

La détection d'alarme est **adaptée** à une charge résistive avec un coefficient de température constant.

Le système de détection de rupture **partielle** de charge (aussi appelée la surveillance de l'impédance de la charge) surveille également la rupture **totale** de charge lorsqu'un des courants efficaces de lignes est égal à **zéro**.

## Sensibilité de la détection du PLF

La détection de la rupture partielle de charge s'effectue à partir des mesures des courants des **thyristors** et de la tension **charge**, ce qui donne au **PLF** un niveau de détection **différent** suivant le montage de la charge.

La sensibilité de la détection du **PLF** peut être décrite par le nombre **N** :  
c'est le nombre maximal d'éléments identiques montés en parallèle,  
dont la rupture de l'un d'eux déclenche la **détection du PLF**.

Le tableau 8-1 **présente** pour les différentes configurations de charge triphasée :

- le nombre **N** d'éléments, identiques montés en parallèle,  
dont la rupture de l'un d'eux peut être **détectée**
- le coefficient **K** qui précise l'augmentation d'impédance de la charge constituée  
de N éléments en cas de rupture d'un élément.

Ces valeurs sont valables pour une charge triphasée équilibrée au départ.

Montage de charge			Nombre N d'éléments identiques montés en parallèle : la rupture d'un d'eux peut être détectée	Coefficient K d'augmentation d'impédance
Etoile	Sans Neutre	Les centres de toutes les étoiles des charges ne sont pas interconnectés (figure 8-2)	8	1,125
		Les centres de toutes les étoiles des charges sont interconnectés (figure 8-3)	4	1,25
	Avec Neutre	Les centres de toutes les étoiles des charges sont interconnectés (figure 8-4)	8	1,125
Triangle	Fermé (figure 8-5)		5	1,2
	Ouvert (figure 8-6)		6	1,167

Tableau 8-1 Sensibilité de la détection du PLF dans les montages différents

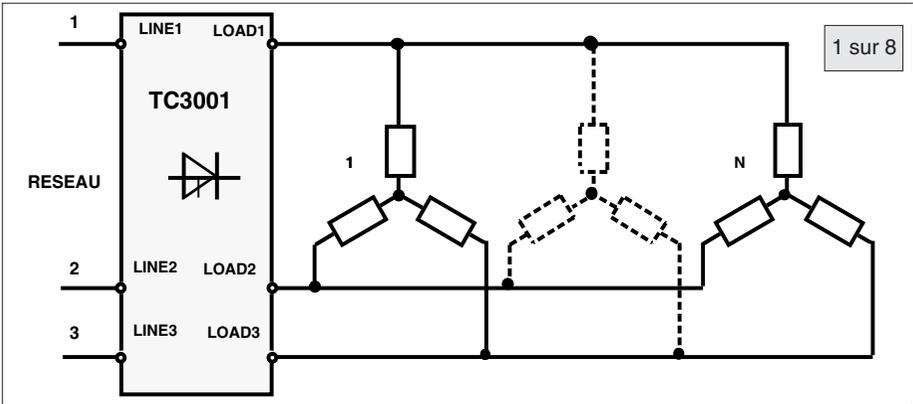


Figure 8-2 Montage en étoile sans neutre. Points centraux des étoiles non interconnectés

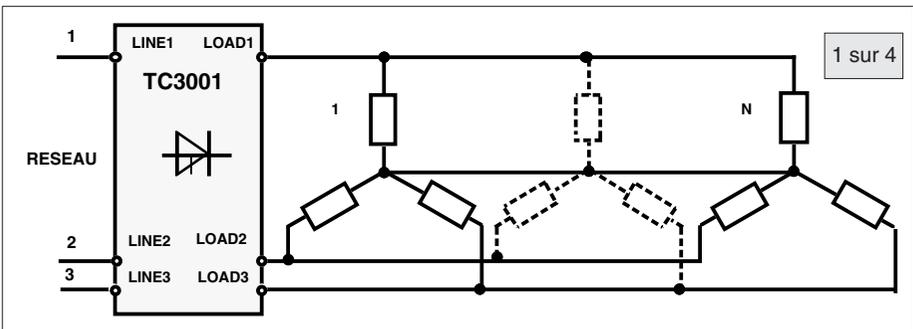


Figure 8-3 Montage en étoile sans neutre. Points centraux des étoiles interconnectés

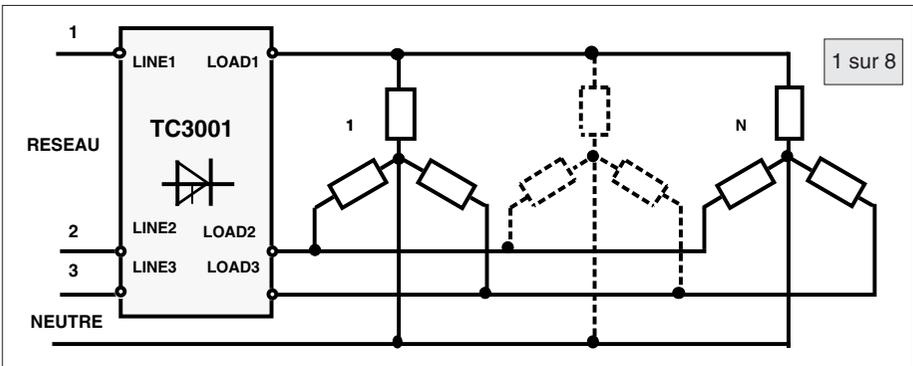


Figure 8-4 Montage en étoile avec neutre. Points centraux des étoiles interconnectés

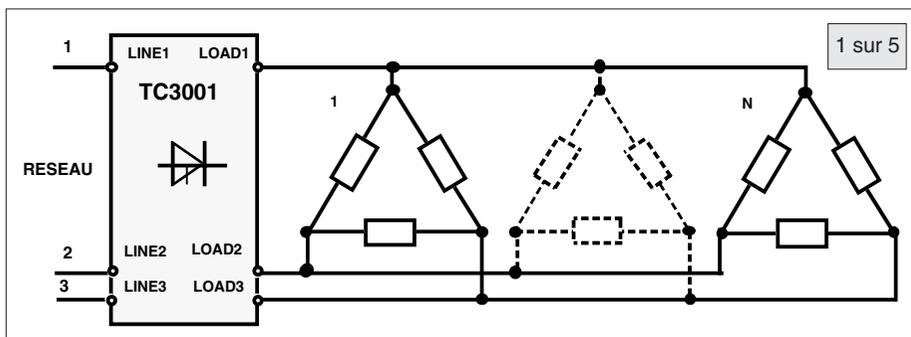


Figure 8-5 Montage en triangle fermé

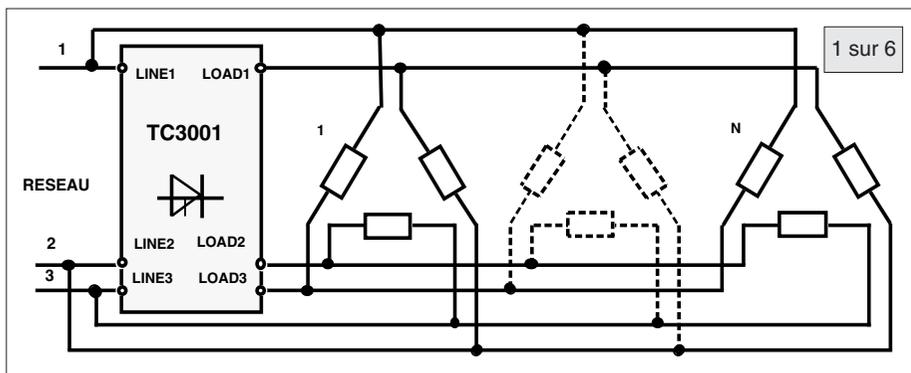


Figure 8-6 Montage en triangle ouvert

Si l'utilisateur cherche une **sensibilité maximum** de la détection du PLF il aura intérêt à choisir l'un des deux montages suivants :

- étoile avec points centraux des étoiles non interconnectés et non connectés au neutre du réseau
- étoile avec points centraux des étoiles interconnectés et reliés au neutre du réseau.

## GESTION DES ALARMES

Les caractéristiques principales de tous les types des alarmes du gradateur **TC3001**, les états des relais d'alarmes et des thyristors, sont présentés dans le tableau 8-2.

Dans ce tableau :

$U_L$	- tension efficace de ligne (entre phases du réseau)
$U_{LN}$	- tension nominale de ligne
$U_C$	- tension efficace de charge
$U_{CN}$	- tension nominale de charge
$I_C$	- courant efficace de charge
$I_{CN}$	- courant nominal de charge
$I_{LIM}$	- courant limité (consigne de limitation fixée par le potentiomètre de face avant avec ou sans du signal externe)
$I_{MAX}$	- le plus fort des trois courants efficaces des charges réelles
$Z_{ij}$	- impédance de la charge entre les phases <b>i</b> et <b>j</b>
$Z_{CN}$	- impédance nominale de charge (calculée à partir de tension et des courants calibrés)
<b>K</b>	- coefficient d'augmentation d'impédance de la charge constituée de <b>N</b> éléments en cas de rupture d' <b>un</b> élément.
$U_{EXT}$	- signal de mesure externe
<b>OP</b>	- signal de demande de puissance (interne au gradateur)
<b>f</b>	- fréquence du réseau.

Conditions			Inhibition	Affichage	Acquitte- ment
Alarme	EN alarme	HORS alarme			
Rupture partielle de charge	$Z_{ij} > K \cdot Z_{CN}$ (K dépend du montage, page 8-11) ( $U_C \geq 30\% U_{CN}$ et $I_C \geq 30\% I_{CN}$ )	Après acquittement, disparition ou nouveau réglage	Non	P 1 P 2 P 3	Oui
Surintensité en Logique ou Train d'ondes	$I_C > 110\% I_{LIM}$	Après acquittement	Oui	F C b	Oui
Première surintensité en Train d'ondes	$I_C > 110\% I_{LIM}$	Train d'ondes suivant sans surintensité	Non	E C b	Oui
Surtension	$U_L > 120\% U_{LN}$	$U_L \leq 110\% U_{LN}$	Non	E U	Non
Déséquilibre de la charge	$\Delta I > 0,25 I_{MAX}$ ( $I_C \geq 10\% I_{CN}$ )	$\Delta I \leq 0,25 I_{MAX}$	Non	E d	Non
Absence des phases du réseau	Absence des impulsions de synchronisation	Après apparition	Oui	F 1 F 2 F 3	Non
Sous-tension	$U_L < 70\% U_{LN}$	$U_L \geq 70\% U_{LN}$	Oui	F U	Non
Erreur de fréquence	$40 \text{ Hz} > f > 70 \text{ Hz}$	$40 \text{ Hz} \leq f \leq 70 \text{ Hz}$	Oui	F P	Non
Court-circuit des thyristors	$I_C > 10\% I_{CN}$ (OP = 0)	Après acquittement	Oui	F t 1 F t 2 F t 3	Oui
Rupture du signal Mesure externe	$U_{EXT} = 0$ OP $\neq 0$	Après acquittement	Oui	FE	Oui
Thermocontact (unités ventilées)	Défaut ventilation	Après refroidissement	Oui	F 1	Non
Rupture du neutre	Fusion fusible du neutre, ou neutre non connecté	Reconnexion du circuit du neutre	Oui	FP : avant 5/97 FE : après 5/97	Non

Tableau 8-2 Caractéristiques des alarmes

## ACQUITTEMENT DES ALARMES

Le redémarrage du gradateur après l'inhibition par l'action des alarmes mémorisées :

- le court-circuit des thyristors
- la surintensité en Logique et en Train d'ondes
- la rupture de mesure externe

n'est possible qu'après un acquittement.

L'information sur toutes les alarmes nécessitant l'acquittement est donné dans le tableau 8-2 (page 8-15).

Pour acquitter les alarmes il est possible de:

- mettre **hors** tension l'alimentation de l'électronique de la carte commande,
- relier la borne **11** («**Acquittement**») de la carte commande à la borne **16** («**+10 V**»)
- mettre un signal externe de **+10 V** sur la borne **11** («**Acquittement**»).

L'acquittement des alarmes par la borne **11** n'est pas possible lorsque la tension entre les phases 1 et 2 n'est pas disponible (affichage «**F**» «**1**»).

L'alarme **PLF** peut être acquittée par un **nouveau réglage** (voir page 6-16).

---

## Chapitre 9

### MAINTENANCE

Sommaire	Page
Protection des thyristors .....	9-2
Fusibles .....	9-2
Fusibles de protection des thyristors .....	9-2
Micro-contact de fusion fusible .....	9-4
Raccordement de la tension auxiliaire .....	9-5
Fusible de protection du neutre .....	9-5
Entretien .....	9-6
Outillage .....	9-7

## Chapitre 9 MAINTENANCE

---

### Danger !



La maintenance du gradateur doit être assurée par une personne qualifiée

---

## PROTECTION DES THYRISTORS

Les thyristors des gradateurs de la série TC3001 sont protégés de la façon suivante :

- le fusible ultra-rapide interne contre les surintensités importantes (exemple : court-circuit)
- le circuit RC et la varistance contre les variations trop rapides des tensions et les surtensions transitoires lorsque les thyristors ne sont pas conducteurs.
- le contact thermique (en cas de surchauffe accidentelle du refroidisseur le contact thermique s'ouvre, ce qui provoque l'arrêt de conduction des thyristors).

## FUSIBLES

### Fusibles de protection des thyristors

Le gradateur de puissance de la série TC3001 est livré en standard avec des fusibles ultra-rapides montés sur la barre de ligne.

---

### Danger !



Les fusibles ultra-rapides servent uniquement à la protection interne des **thyristors** contre les surcharges de fortes amplitudes. Ces fusibles ultra-rapides n'assurent en aucun cas la **protection de l'installation**.

L'installation **doit être protégée en amont** (fusibles non rapides, disjoncteur thermique ou électromagnétique, sectionneur-fusibles appropriés) et répondre aux normes en vigueur.

Dans le tableau 9-1 sont récapitulées toutes les références des fusibles intérieurs d'origine (à la sortie du gradateur de l'usine) et des fusibles autorisés pour remplacement lors de la maintenance.

Tension nominale	Courant nominal		Références des fusibles ultra-rapides		
	Gradateur	Fusibles	EUROTHERM	FERRAZ	BUSSMANN
100 V à 500 V	25 A	50 A	LA172468U050	S300373	170M3459
	40 A	80 A	LA172468U080	S300051	170M3461
	60 A	80 A	LA172468U080	S300051	170M3461
	75 A	100 A	LA172468U100	T300052	170M3462
	100 A	125 A	LA172468U125	V300053	170M3463
	150 A	200 A	LA172468U200	X300055	170M3465
	250 A	315 A	LA172468U315	Q300003	170M4460
	300 A	400 A	LA172468U400	H300065	170M5458
	400 A	500 A	LA172468U500	K300067	170M5460
	500 A	630 A	LA172468U630	M300069	170M5462
600 V à 690 V	25 A	400 A	LA172468U400	H300065	170M5458
	40 A	"	"	"	"
	60 A	"	"	"	"
	75 A	"	"	"	"
	100 A	"	"	"	"
	150 A	"	"	"	"
	250 A	"	"	"	"
	300 A	"	"	"	"
	400 A	500 A	LA172468U500	K300067	170M5460
500 A	630 A	LA172468U630	M300069	170M5462	

Tableau 9-1 Fusibles ultra-rapides de protection des thyristors préconisés

### Attention !



L'emploi d'**autres** fusibles que ceux recommandés pour la protection des thyristors, **annule la garantie du gradateur.**

## Micro-contact de fusion fusible

En option le fusible ultra-rapide peut être équipé d'un micro-contact de fusion fusible (option **FUMS**) dont la référence :

pour les fusibles **BUSSMANN** :

EUROTHERM DC172267 ou FERRAZ P96015 ou **BUSSMANN** 170H0069

pour les fusibles **FERRAZ** :

EUROTHERM DC172997 ou FERRAZ G310 000

Pour assurer une meilleure isolation entre le câblage des bornes de micro-contact et la puissance et le capot, les gradateurs de puissance **TC3001** sont livrées avec des cosses type «drapeau» et des manchons isolants.

Chaque borne externe de micro-contact de fusion fusible doit être câblée avec une cosse «drapeau» et un manchon isolant conformément à la figure 9-1.

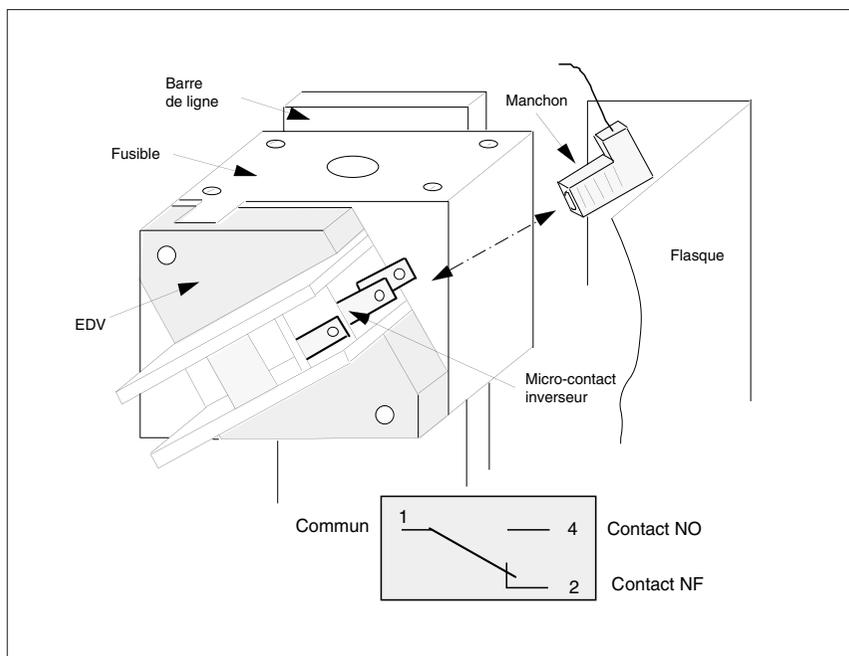


Figure 9-1 Utilisation des cosses «drapeau» et des manchons isolants pour respecter les distances d'isolement.

## Fusibles de protection du raccordement de la tension auxiliaire

Un fusible (en cas de branchement entre une phase et neutre) ou deux fusibles (en cas de branchement entre deux phases) servent à la protection du raccordement de la tension auxiliaire suivant la figure 3-6 de la page 3-10 (voir chapitre «Câblage»).

Dans le tableau suivant sont présentées les références du fusible de remplacement ainsi que de l'ensemble «Fusible et porte-fusible sectionneur» (commande séparée de l'unité de puissance).

Tension auxiliaire (max)	Fusible			Porte-fusible sectionneur	Ensemble	
	Calibre	Dimensions (mm)	Référence	Dimension (mm)	Référence	Référence
500 V	1 A	6,3 x 32	CS174289U1A0	63 x 15 x 52	CP174293	LA176086

Tableau 9-2 Fusible préconisé

## Fusible de protection du raccordement du neutre

Sur la carte puissance est monté un fusible de protection du neutre en montage Etoile avec Neutre (F1 sur les figures 4-1 et 4-2, pages 4-3 et 4-4).

Tension d'utilisation (max)	Calibre	Dimension (mm)	Référence Eurotherm
690 V	1,6 A	6,3 x 32	CS173676

Tableau 9-3 Fusible préconisé

## ENTRETIEN

Les gradateurs **TC3001** doivent être montés avec le radiateur vertical sans aucune obstruction au-dessus ou au-dessous pouvant réduire ou gêner le flux d'air.



### **Attention !**

Si plusieurs unités sont montées dans la même armoire, les disposer de telle façon que l'air sortant d'une unité **ne soit pas aspiré** par l'unité située au-dessus.

---

Afin d'assurer un bon refroidissement de l'unité il est recommandé de **nettoyer le radiateur et la grille** de protection des ventilateurs de façon périodique en fonction du degré de pollution de l'environnement.



### **Danger !**

Tous les **six mois** vérifier le **serrage** correct des vis des câbles de la puissance et de la terre de sécurité (voir «Câblage», page 3-3).

---

## OUTILLAGE

Intervention	Tournevis plat (mm)	Clé	Appareil électrique
Fixation		Fonction de la tête des vis de M8 choisies par le client	
Ouverture (fermeture) de la porte frontale		CHc M5	
Branchement de la terre de sécurité		HEX pour M10 HEX pour M12	
Branchement de la puissance (côté réseau) et changement des fusibles		HEX pour M8 (25 à 250 A) HEX pour M10 (300 à 500 A)	
Branchement de la charge		HEX pour M10 (25 à 250 A) HEX pour M12 (300 à 500 A)	
Serrage du serre-câbles	0,5 x 3,5		
Branchement de la commande et de l'alimentation auxiliaire	0,5 x 3,5		
Fixation des cartes	0,8 x 5,5	Pour écrou M4	
Mise en route et calibration	0,4 x 2,5		Ampèremètre ou pince RMS  Oscilloscope (recommandé)  Boîte diagnostique EURO THERM, type 260 (recommandé)

Tableau 9-4 Outillage

# SOCIÉTÉS EUROTHERM DANS LE MONDE

ADRESSES RÉGIONALES EN FRANCE VOIR LA PAGE PRÉCÉDENTE

## ALLEMAGNE

Eurotherm Regler GmbH  
Ottostrasse 1  
65549 Limburg a.d. Lahn  
Tél. (+49 6431) 2980  
Fax (+49 6431) 298119

## AUSTRALIE

Eurotherm Pty. Ltd.  
Unit 10, 40 Brookhollow Av,  
Baulkham Hills, New South Wales 2153  
Tél (+61 2) 9634 8444  
Fax (+61 2) 9634 8555

## AUTRICHE

Eurotherm GmbH  
Geiereckstrasse 18/1  
A 1110 Vienna  
Tél. (+43 1) 798 7601  
Fax (+43 1) 798 7605

## BELGIQUE

Eurotherm B.V.  
Herentalsebaan 71-75  
B-2100 Deume Antwerpen  
Tél. (+32 3) 322 3870  
Fax (+32 3) 321 7363

## CORÉE

Eurotherm Korea Limited  
Suite 903, Daejoo Building  
132-19 Chungdam-Dong,  
Kangnam-Ku Seoul 135-100  
Tél. (+82 2) 5438507  
Fax (+82 2) 545 9758

## DANEMARK

Eurotherm A/S  
Finsensvej 86  
DK-2000 Frederiksberg  
Tél. (+45 31) 871 622  
Fax (+45 31) 872 124

## ESPAGNE

Eurotherm España SA  
Calle de La Granja 74  
28100 Alcobendas Madrid  
Tél. (+34 91) 6616001  
Fax (+34 91) 6619093

## FRANCE

Eurotherm Automation SA  
6, Chemin des Joncs, B.P. 55  
69572 Dardilly Cedex  
Tél. (+33) 4 78 66 45 00  
Fax (+33) 4 78 35 24 90  
Web: www.eurotherm.tm.fr

## GRANDE-BRETAGNE

Eurotherm Controls Ltd.  
Faraday Close, Durrington  
Worthing West Sussex, BN13 3PL  
Tél. (+44 1903) 695888  
Fax (+44 1903) 695666  
Web: www.eurotherm.co.uk

## HOLLANDE

Eurotherm B.V.  
2404CH  
Alphen aan den Rijn  
Tél. (+31) 172 411 752  
Fax (+31) 172 417 260

## HONG-KONG

Eurotherm Limited  
Unit D 18/F Gee Chang Hong Centre  
65 Wong Chuk Hang Road  
Aberdeen  
Tél. (+852) 2873 3826  
Fax (+852) 2870 0148

## INDE

Eurotherm India Limited  
152 Developed Plots Estate  
Perungudi Madras 600 096  
Tél. (+9144) 4961129  
Fax (+9144) 4961831

## IRLANDE

Eurotherm Ireland Limited  
I.D.A. Industrial Estate  
Monread Road Naas Co Kildare  
Tél. (+353 45) 879937  
Fax (+353 45) 875123

## ITALIE

Eurotherm SpA  
Via XXIV Maggio  
22070 Guanzate  
Tél. (+39 31) 975111  
Fax (+39 31) 977512

## JAPON

Eurotherm Japan Ltd.  
Matsuo Building 2F  
3-14-3 Honmachi Shibuya-ku  
Tokyo 151  
Tél. (+81 3) 33702951  
Fax (+81 3) 33702960

## NORVÈGE

Eurotherm A/S  
Postboks 288  
1411 Kolbotn  
Tél. (+47 66) 803330  
Fax (+47 66) 803331

## SUÈDE

Eurotherm AB  
Lundawägen 143  
S-21224 Malmö  
Tél. (+46 40) 384500  
Fax (+46 40) 384545

## SUISSE

Eurotherm Produkte AG  
Schwerzistrasse 20  
CH-8807 Freienbach  
Tél. (+41 055) 4154400  
Fax (+41 055) 4154415

## U.S.A.

Eurotherm Controls Inc.  
11485 Sunset Hills Road  
Reston Virginia 22090-5286  
Tél. (+1703) 471 4870  
Fax (+1703) 787 3436  
Web: www.eurotherm.com

© Copyright Eurotherm Automation 1997  
Tous droits réservés. Toute reproduction ou transmission sous quelque  
forme ou quelque procédé que ce soit (électronique ou mécanique,  
photocopie et enregistrement compris) sans l'autorisation écrite  
d'Eurotherm Automation est strictement interdite.



H A 1 7 4 8 3 3 F R A

# TC3001

**Gradateurs triphasés**

**Additif 700A/1000A  
Instructions d'Installation**



**EUROTHERM  
AUTOMATION**

 **Invensys**  
An Invensys company

---

# Gradateurs de puissance triphasés

## TC3001

### Installation des unités 700 A et 1000 A

#### Additif

#### au Manuel Utilisateur réf. HA174833FRA

Le présent Additif contient les informations sur **l'installation** et le **câblages** des gradateurs de puissance TC3001 de **750 A à 1200 A** nominal en **Version Compacte** avec l'électronique de commande intégrée.

La **Version Compacte** est codifiée par le code produit **TC3001** sans option MC

Pour les consignes de sécurité,  
les Directives Européennes applicables,  
la codification,  
le fonctionnement et la mise en route,  
la configuration et la maintenance  
se référer au manuel utilisateur de la série TC3001 (réf. HA 174833 FRA).

Le bloc thyristors et l'unité de commande **séparée** sont codifiés par :

- le code produit **TC3001**, et
- l'**option MC**.

Pour l'installation de l'unité de commande **MC3001**, pour le branchement des signaux bas niveau en **version séparée** (option **MC**) **se référer** au manuel «MC3001. Instructions d'installation et de branchement», réf. HA 175385 FRA.

© Copyright Eurotherm Automation 1998

Tous droits réservés. Toute reproduction ou transmission sous quelque forme ou quelque procédé que ce soit (électronique ou mécanique, photocopie et enregistrement compris) sans l'autorisation écrite d'EUROTHERM AUTOMATION est strictement interdite.

Un effort particulier a été porté par EUROTHERM AUTOMATION pour assurer l'exactitude de cette spécification. Cependant, pour conserver notre avance technologique, nous nous consacrons en permanence à l'amélioration de nos produits, ce qui peut occasionner des modifications ou des omissions en ce qui concerne cette spécification. Nous ne serons pas tenus responsables pour les dommages matériels ou corporels, les pertes ou les frais éventuels y afférent.

# VUE GÉNÉRALE

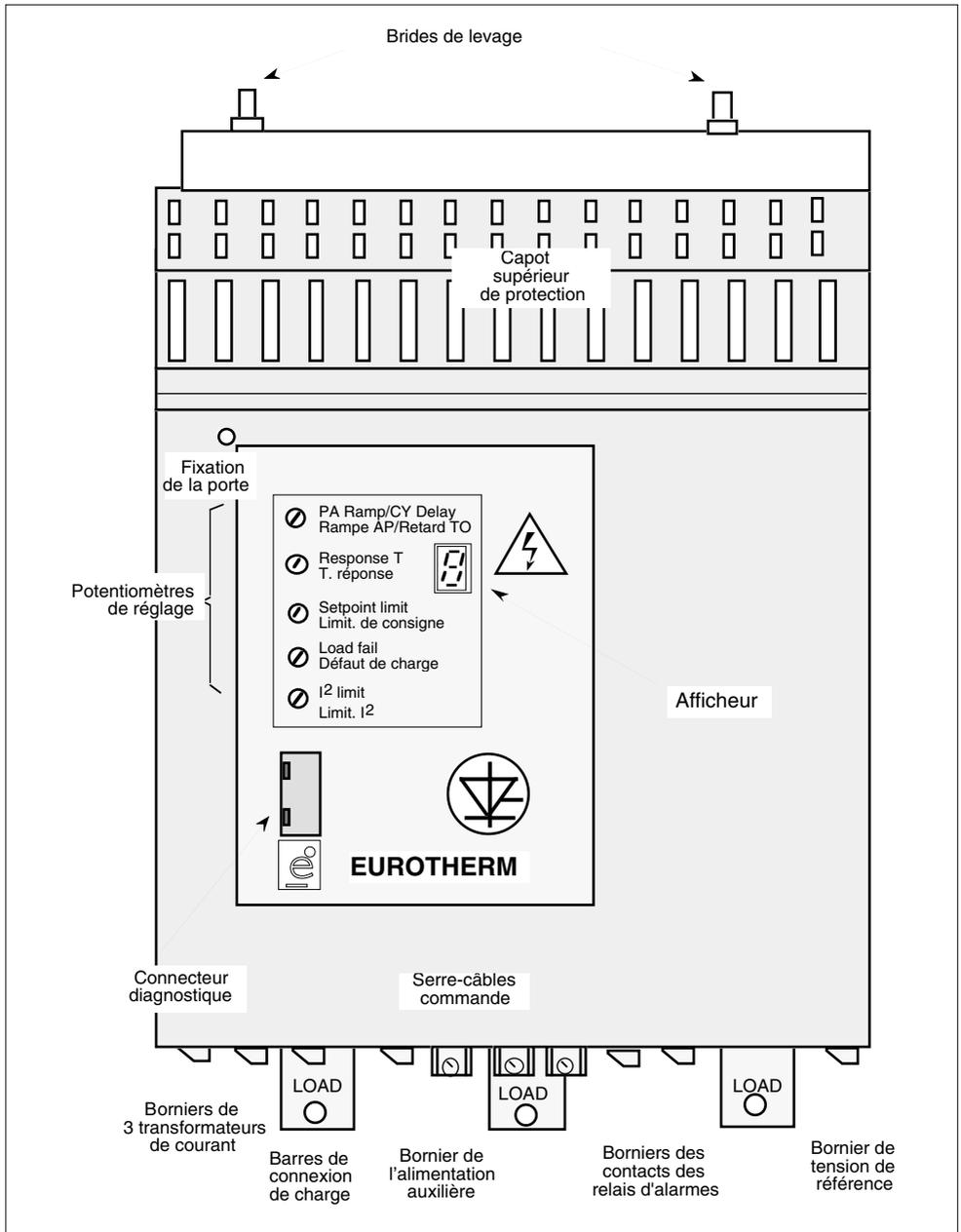


Figure 1 Vue générale du gradateur série TC3001 / 700-1000 A nominal

# DIMENSIONS

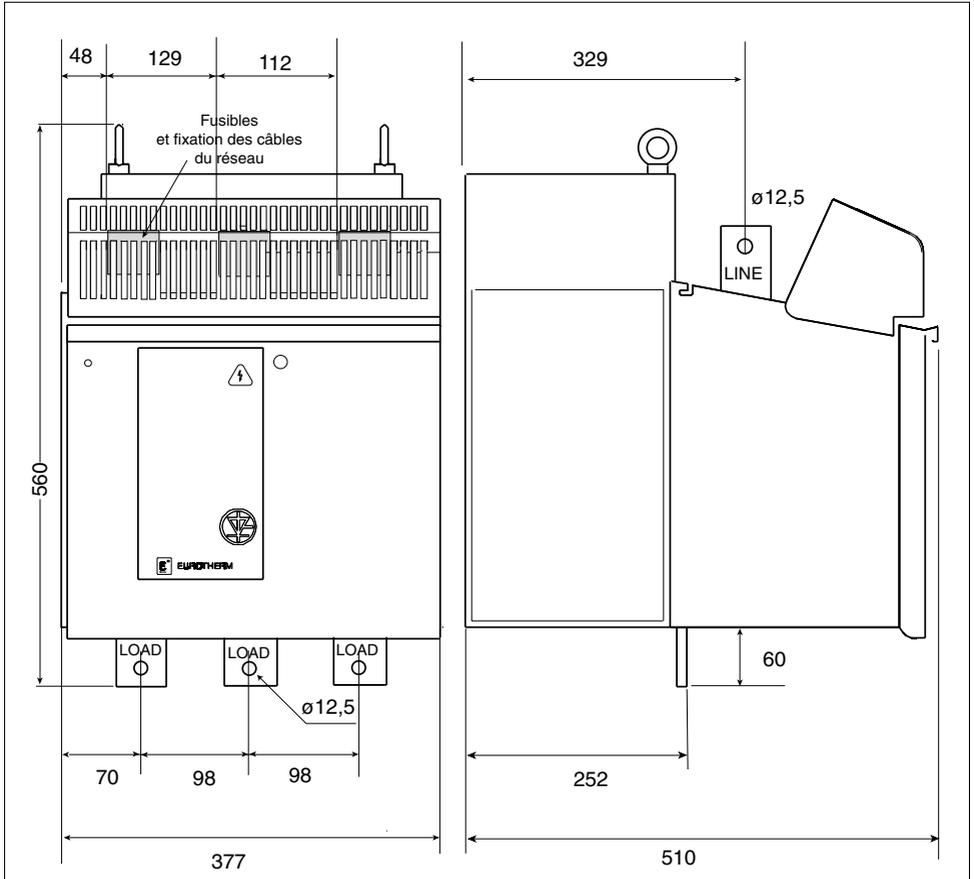


Figure 2 Dimensions hors tout (mm) du gradateur série TC3001 / 700 A et 1000 A nominal et les détails du câblage de puissance

## RACCORDEMENT DE PUISSANCE

Fixation des câbles ou des barres de puissance :

- 3 goujons de fusibles (coté réseau) M12
- 3 vis M12 x 35 mm.

Couple de serrage 43,5 Nm.

**Fusibles** interne de protection des thyristors :

700 A : CS 175633 U900 (Ferraz A300081)

1000A : CS 175633 U1200 (Ferraz D300084)

# FIXATION

Fixation par 4 vis M10 de dessous ou derrière de l'unité

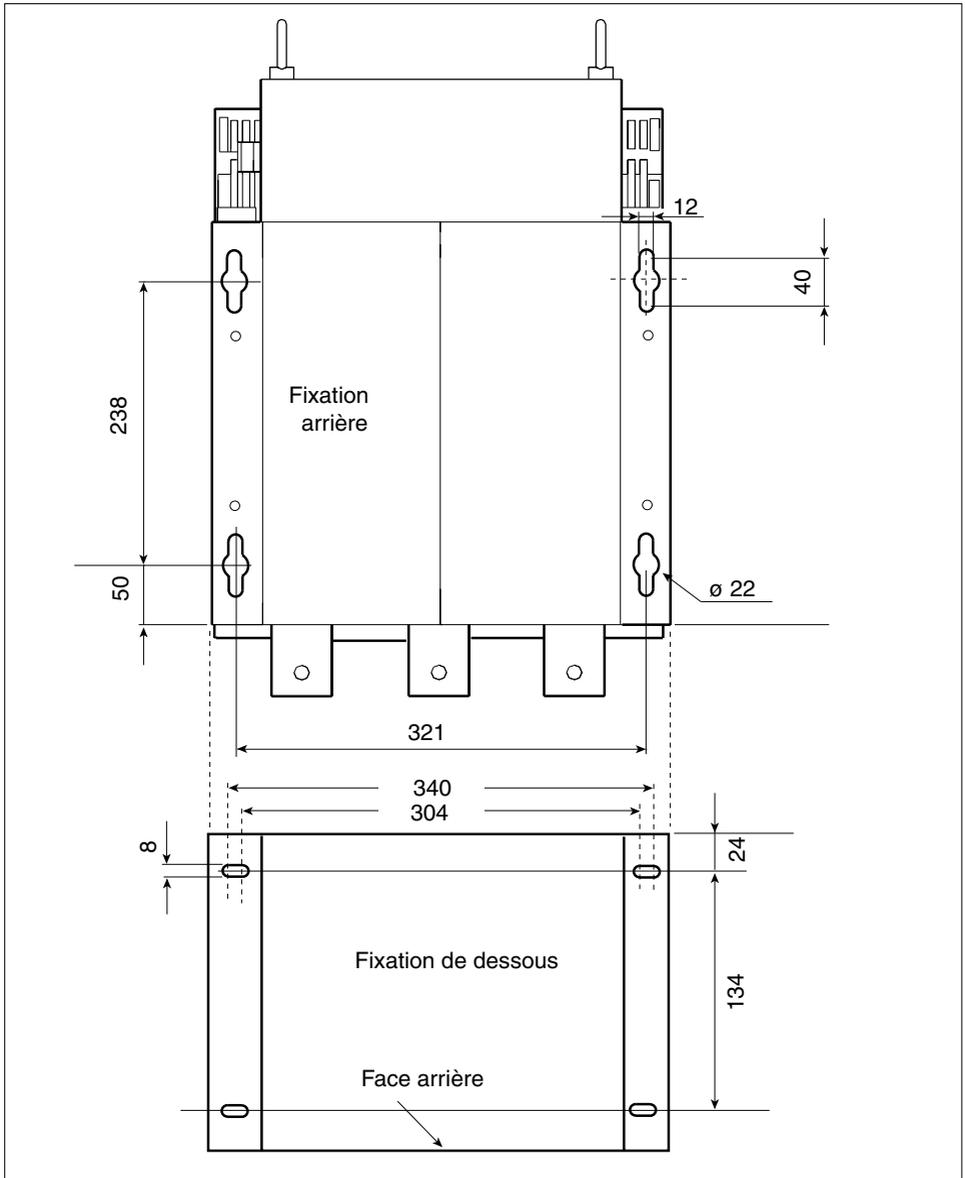


Figure 3 Détails de fixation (en mm) de l'unité 700 A ou 1000 A

# BORNIERS UTILISATEURS BAS NIVEAU

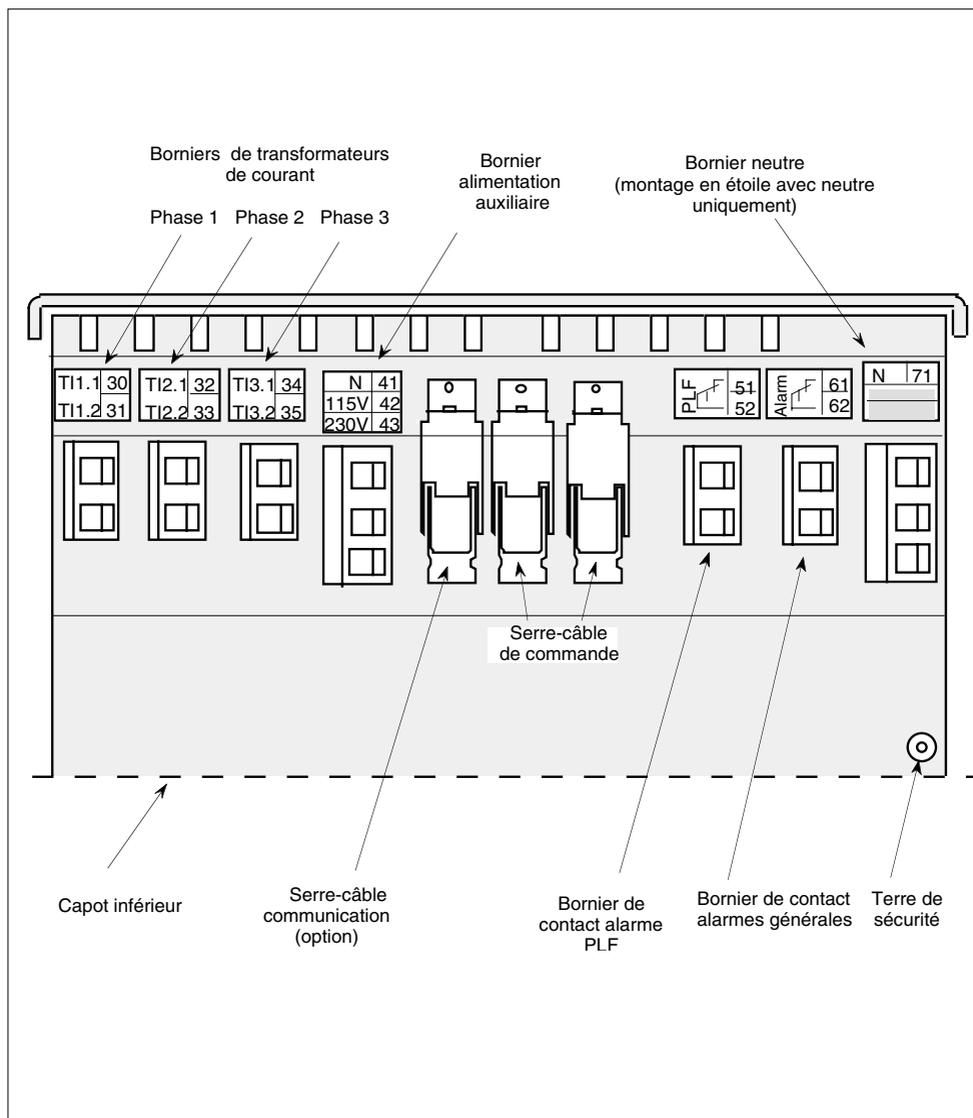


Figure 4 Disposition des borniers utilisateurs bas niveau (vue de dessous de l'unité)

Numéro de borne	Désignation sur étiquette	Destination
30 31	TI1.1 TI1.2	Enroulement secondaire de transformateur externe de courant de la phase 1
32 33	TI2.1 TI2.2	Enroulement secondaire de transformateur externe de courant de la phase 2
34 35	TI3.1 TI3.2	Enroulement secondaire de transformateur externe de courant de la phase 3
41 42 43	N 115V 230V	Neutre du réseau de l'alimentation auxiliaire Alimentation auxiliaire en 115 Vac (230 V non disponible) Alimentation auxiliaire en 230 Vac (115 V non disponible)
51, 52	PLF	Contact du relais alarme PLF (NO ou NF suivant le code produit)
61, 62	Alarm	Contact du relais de l'alarme générale (NO ou NF suivant le code produit)
71	N	Neutre de référence (pour le montage en étoile avec neutre uniquement)

Chaque fil de l'**alimentation auxiliaire** allant vers une phase doit être protégé par un fusible **1A**.

La polarité nécessaire de branchement correct des transformateurs de courant (option), est assurée par la connexion de la borne 1 de l'enroulement secondaire (désignée **S1** sur le transformateur) à la borne:

- **30** pour la phase 1
- **32** pour la phase 2
- **34** pour la phase 3.

---

**Attention!**

**Pour le fonctionnement correct de l'unité il est nécessaire de respecter le sens de branchement des transformateurs de courant présenté sur la figure 5.**

---

Pour éviter le problème de saturation des transformateurs de courant, utiliser une section de câbles de 2,5 mm<sup>2</sup> pour le branchement des secondaires des transformateurs.

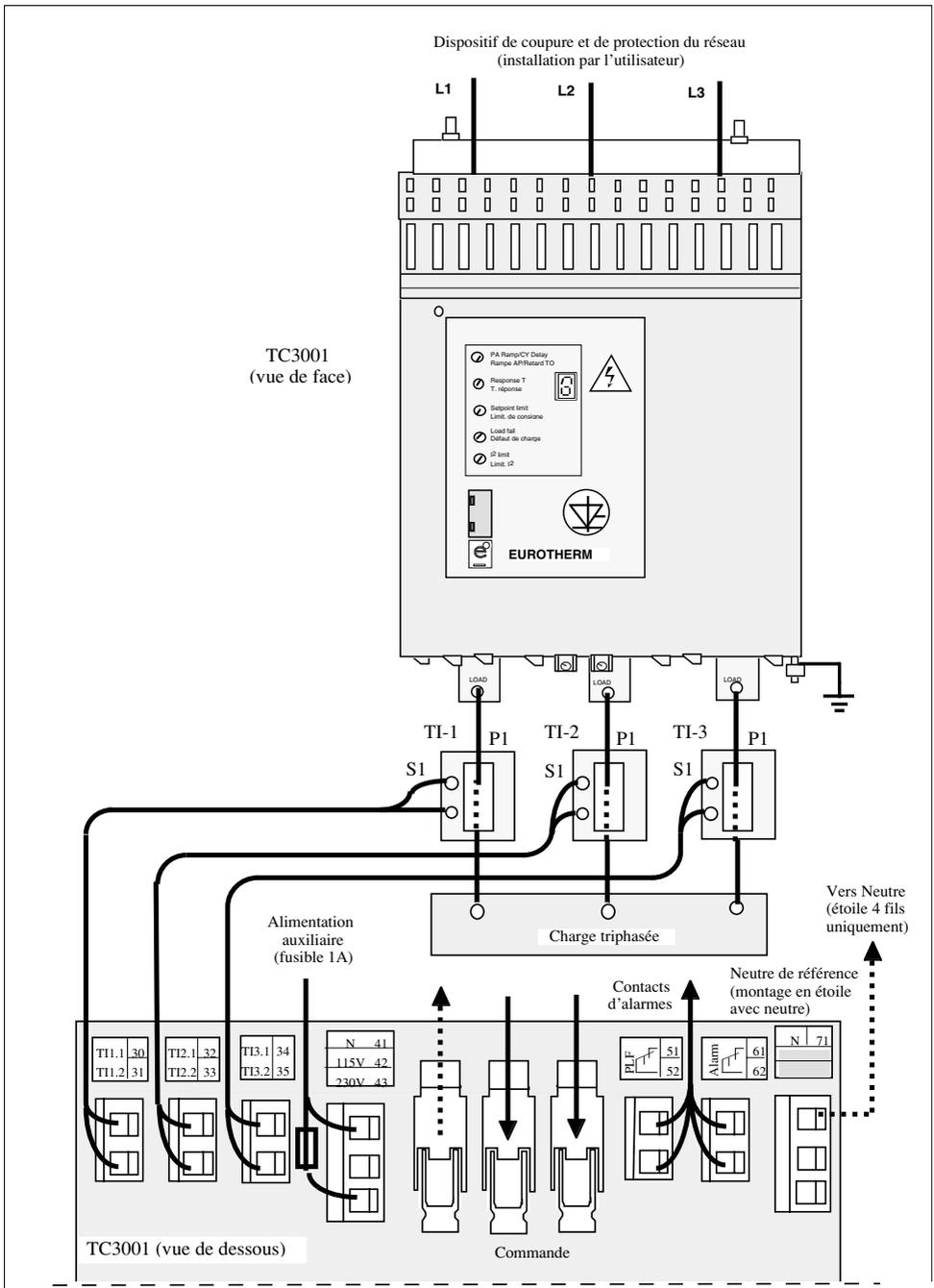


Figure 5 Schéma de branchement du TC3001 700 -1000 A en version compacte



# EUROTHERM AUTOMATION

## Service régional



### Siège social et usine :

6, Chemin des Joncs  
B.P. 55  
69572 DARDILLY Cdx  
FRANCE  
Tél. : 04 78 66 45 00  
Fax : 04 78 35 24 90  
Paris

### Agences:

**Aix-en-Provence** Tél.: 04 42 39 70 31  
**Colmar** Tél.: 03 89 23 52 20  
**Lille** Tél.: 03 20 96 96 39  
**Lyon** Tél.: 04 78 66 45 10  
04 78 66 45 12  
**Nantes** Tél.: 02 40 30 31 33  
Tél.: 01 69 18 50 60  
**Toulouse** Tél.: 05 34 60 69 40

### Bureaux:

Bordeaux  
Clermont  
-Ferrand  
Dijon  
Grenoble  
Metz  
Normandie  
Orléans

Site Internet : [www.eurotherm.tm.fr](http://www.eurotherm.tm.fr)  
E-mail : [ea@automation.eurotherm.co.uk](mailto:ea@automation.eurotherm.co.uk)

## UNE OFFRE GLOBALE POUR LE CONTRÔLE DE VOS PROCÉDÉS

En tant que spécialiste et fabricant d'équipements de contrôle et de régulation de procédés, nous vous proposons une gamme étendue de matériels complémentaires :

- Capteurs, Convertisseurs, Indicateurs
- Régulateurs, Programmeurs, Entrées/Sorties déportées
- Contacteurs statiques, Gradateurs de puissance
- Superviseurs, Systèmes de contrôle commande.

## DES STAGES DE FORMATION POUR OPTIMISER L'UTILISATION DE VOS EQUIPEMENTS

Eurotherm Automation est enregistré organisme de formation

Des stages théoriques sur la régulation et l'électronique de puissance ainsi que d'autres plus spécifiques sur notre matériel vous sont proposés tout au long de l'année.  
Des formations sur site et à la carte peuvent être réalisées sur demande.

Pour connaître notre calendrier des Stages veuillez consulter notre site Internet ou contacter votre Agence Eurotherm Automation.

# SOCIÉTÉS EURO THERM DANS LE MONDE

## ADRESSES RÉGIONALES EN FRANCE VOIR LA PAGE PRÉCÉDENTE

### ALLEMAGNE

Eurotherm Regler GmbH  
Ottostrasse 1  
65549 Limburg a.d. Lahn  
Tél. (+49 6431) 2980  
Fax (+49 6431) 298119

### AUSTRALIE

Eurotherm Pty. Ltd.  
Unit 6, 16-18 Bridge Road  
Hornsby New South Wales 2077  
Tél. (+61 2) 9477 7022  
Fax (+61 2) 9477 7756

### AUTRICHE

Eurotherm GmbH  
Geiereckstrasse 18/1  
A 1110 Vienna  
Tél. (+43 1) 798 7601  
Fax (+43 1) 798 7605

### BELGIQUE

Eurotherm B.V.  
Herentalsebaan 71-75  
B-2100 Deurne Antwerpen  
Tél. (+32 3) 322 3870  
Fax (+32 3) 321 7363

### CORÉE

Eurotherm Korea Limited  
Suite 903, Daejoo Building  
132-19 Chungdam-Dong,  
Kangnam-Ku Seoul 135-100  
Tél. (+82 2) 5438507  
Fax (+82 2) 545 9758

### DANEMARK

Eurotherm A/S  
Finsensvej 86  
DK-2000 Frederiksberg  
Tél. (+45 31) 871 622  
Fax (+45 31) 872 124

### ESPAGNE

Eurotherm España SA  
Calle de La Granja 74  
28100 Alcobendas Madrid  
Tél. (+34 1) 6616001  
Fax (+34 1) 6619093

### FRANCE

Eurotherm Automation SA  
6, Chemin des Joncs, B.P. 55  
69572 Dardilly Cedex  
Tél. (+33) 4 78 66 45 00  
Fax (+33) 4 78 35 24 90

### GRANDE-BRETAGNE

Eurotherm Controls Ltd.  
Faraday Close, Durrengton  
Worthing West Sussex, BN13 3PL  
Tél. (+44 1903) 268500  
Fax (+44 1903) 265982

### HOLLANDE

Eurotherm B.V.  
Hoge Rijndijk 48A  
2382 AT Zoeterwoude  
Tél. (+31 71) 5411841  
Fax (+31 71) 5414526

### HONG-KONG

Eurotherm Limited  
Unit D 18/F Gee Chang Hong Centre  
65 Wong Chuk Hang Road  
Aberdeen  
Tél. (+852) 2873 3826  
Fax (+852) 2870 0148

### INDE

Eurotherm India Limited  
152 Developed Plots Estate  
Perungudi Madras 600 096  
Tél. (+9144) 4928129  
Fax (+9144) 4928131

### IRLANDE

Eurotherm Ireland Limited  
I.D.A. Industrial Estate  
Monread Road Naas Co Kildare  
Tél. (+353 45) 879937  
Fax (+353 45) 875123

### ITALIE

Eurotherm SpA  
Via XXIV Maggio  
22070 Guanzate  
Tél. (+39 31) 975111  
Fax (+39 31) 977512

### JAPON

Eurotherm Japan Ltd.  
Matsuo Building 2F  
3-14-3 Honmachi Shibuya-ku  
Tokyo 151  
Tél. (+81 3) 33702951  
Fax (+81 3) 33702960

### NORVÈGE

Eurotherm A/S  
Postboks 288  
1411 Kolbotn  
Tél. (+47 66) 803330  
Fax (+47 66) 803331

### SUÈDE

Eurotherm AB  
Lundawägen 143  
S-21224 Malmö  
Tél. (+46 40) 384500  
Fax (+46 40) 384545

### SUISSE

Eurotherm Produkte AG  
Schwerzistrasse 20  
CH-8807 Freienbach  
Tél. (+41 055) 4154400  
Fax (+41 055) 4154415

### U.S.A

Eurotherm Controls Inc.  
1185 Sunset Hills Road  
Reston Virginia 22090-5286  
Tél. (+1703) 471 4870  
Fax (+1703) 787 3436

© Copyright Eurotherm Automation 1998  
Tous droits réservés. Toute reproduction ou transmission sous quelque  
forme ou quelque procédé que ce soit (électronique ou mécanique,  
photocopie et enregistrement compris) sans l'autorisation écrite  
d'Eurotherm Automation est strictement interdite.



HA 17 4833 FRA 003

Installation du TC3001 / 700 - 1000A  
Additif du HA174833FRA