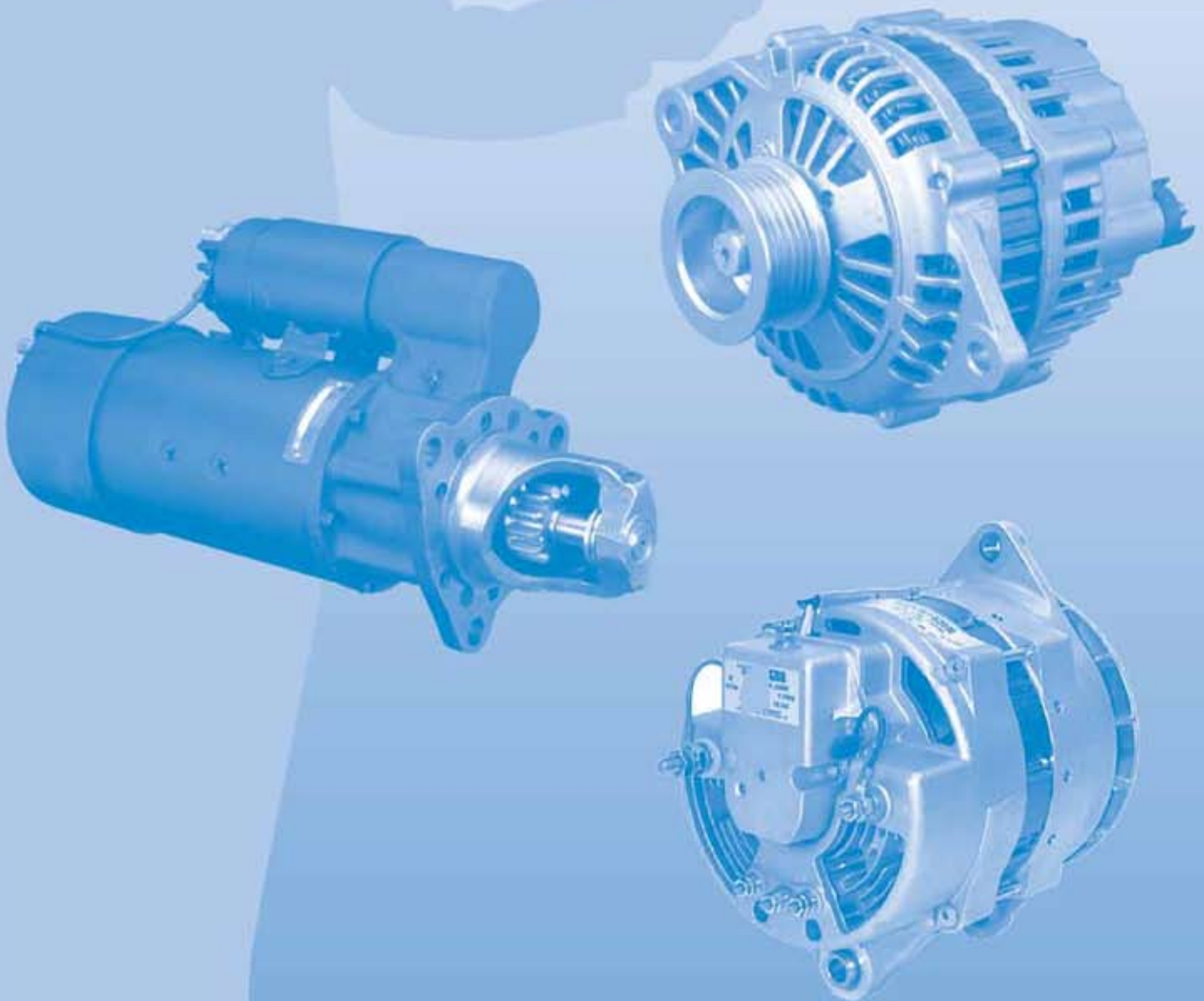


Manuel de formation

Procédures de maintenance préventive
et de diagnostic du
système électrique



SOMMAIRE

SECTION 1: INTRODUCTION

1.1	Manuel de formation de Leece-Neville pour les procédures de maintenance préventive et de diagnostic sur les poids lourds.....	3
1.2	Le système électrique d'un poids lourd.....	3
1.3	Importance d'utiliser les bonnes procédures de maintenance préventive.....	4
1.4	Importance d'utiliser les bonnes procédures de diagnostic.....	4
1.5	Importance de sélectionner les bons composants électriques.....	4
1.6	Importance de suivre les consignes de sécurité.....	5

SECTION 2: LE SYSTEME DE BATTERIE

2.1	Aperçu général sur le système de batterie....	6
2.2	Causes principales du mauvais fonctionnement d'un système de batterie.....	6-7
2.3	Procédure de maintenance préventive.....	7
2.4	Procédure de diagnostic/dépannage.....	7-9
2.5	Charge de la batterie.....	9
2.6	Remplacement de batterie.....	9

SECTION 3: LE SYSTEME DE CHARGE

3.1	Aperçu général du système de charge.....	10
3.2	Principales causes du mauvais fonctionnement du système de charge.....	10
3.3	Procédures de maintenance préventive..	10-11
3.4	Procédures de diagnostic/dépannage.....	11-12
3.5	Remplacement de l'alternateur.....	12

SECTION 4: LE SYSTEME DE DEMARRAGE

4.1	Aperçu général sur le système de démarrage..	13
4.2	Principales causes de mauvais fonctionnement du système de démarrage.....	13
4.3	Procédures de maintenance préventive.....	14
4.4	Procédures de diagnostic/dépannage.....	14-16
4.5	Remplacement du démarreur.....	16

SECTION 5: CONCLUSION

5.1	Avantages de l'utilisation de bonnes procédures de maintenance préventive et de diagnostic.....	17
5.2	Avantages de la sélection de composants électriques corrects.....	17

ANNEXES

Annexe A	Fiche de travail dimensionnement alternateur.....	18
Annexe B	Organigramme de dépannage du système de charge.....	19
Annexe C	Organigramme de procédure d'essai de l'alternateur.....	20

SECTION 1: INTRODUCTION

1.1 Manuel de formation de Leece-Neville pour les procédures de maintenance préventive et de diagnostic sur les poids lourds

Ce manuel de formation décrit, étape par étape, de manière compréhensible, les procédures pour la maintenance et le diagnostic du système électrique d'un poids lourd.

En tant que technicien d'entretien, vous devez vous considérer comme un "médecin" prenant soin des poids lourds de votre société. Il vous appartient de vérifier que la maintenance des véhicules est effectuée correctement. Il vous appartient aussi de diagnostiquer avec précision et de réparer les problèmes éventuels sur l'équipement.

Malheureusement, les problèmes sur le système électrique d'un véhicule sont souvent mal diagnostiqués. Quelle en est la conséquence ? La plupart des études indiquent qu'environ 55 % des alternateurs et démarreurs, renvoyés au fabricant au titre de la garantie et signalés comme défectueux, s'avèrent plus tard en parfait état de marche.

Cependant il est certain que les composants électriques peuvent être endommagés en raison de la chaleur et de vibrations excessives, de pointes de tension, de manipulations brutales et d'une mauvaise application. Les composants peuvent aussi être endommagés par une chaleur excessive lorsqu'on les oblige à fonctionner à des niveaux continuellement élevés de puissance électrique (par exemple en ajoutant quelques accessoires comme des téléphones mobiles, des radios CB, des lecteurs portables de CD, des climatiseurs, des appareils micro-ondes, des appareils GPS, des réchauffeurs de couchette, des inverseurs, etc., qui peuvent dépasser l'intensité maximum nominale de l'alternateur initialement installé.

Cependant, en général, les composants électriques comme les alternateurs et les démarreurs sont conçus pour fonctionner sans problème pendant plusieurs milliers de miles.

Ainsi, avec les connaissances et la formation requises, vous pourrez assurer la maintenance correcte des véhicules de votre société. Si des problèmes surviennent sur le système électrique, vous pourrez les diagnostiquer avec précision et les corriger au lieu de supposer immédiatement qu'un composant électrique est défectueux.

Ceci est le but de ce manuel de formation.

1.2 Le système électrique d'un poids lourd

Si un technicien n'a pas bien compris le fonctionnement du système électrique du véhicule, il lui sera presque impossible de diagnostiquer avec précision un problème.

Le système électrique d'un véhicule comprend trois éléments : le système de batterie, le système de charge et le système de démarrage. Ces trois systèmes fonctionnent ensemble comme une équipe.

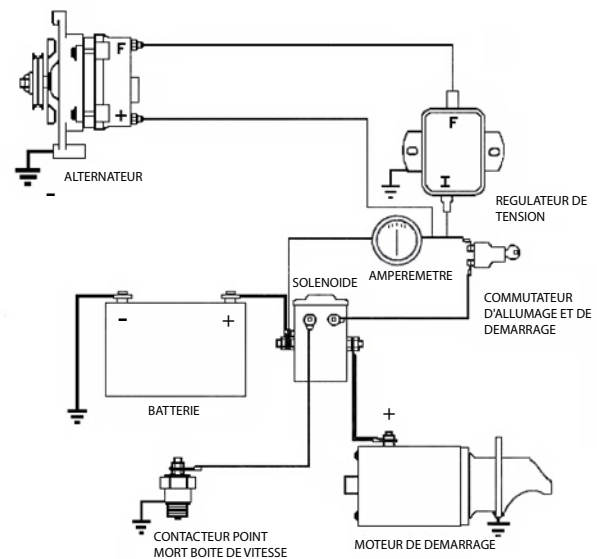


Figure 1: Système électrique du véhicule

Comme dans toute équipe, chaque membre a un rôle particulier et important à jouer. Pour diagnostiquer un problème électrique, on doit considérer chaque membre de l'équipe comme pouvant potentiellement contribuer au problème.

Pour cette raison, nous avons organisé ce manuel de formation pour couvrir d'abord le système de batterie, ensuite le système de charge, et enfin le système de démarrage.

Comme vous le constaterez, chacune de ces trois sections commence par un aperçu général sur le fonctionnement du système, puis il étudie les diverses procédures de maintenance préventive et de diagnostic (dépannage).

1.3 Importance d'utiliser les bonnes procédures de maintenance préventive

Dans ce manuel, nous soulignerons l'importance de la maintenance préventive, et nous vous indiquerons les étapes vous permettant de devenir très compétents dans ce domaine. Nous vous indiquerons comment effectuer la maintenance préventive en toute sécurité, ce qui est aussi très important.

Les avantages de la maintenance préventive peuvent être résumés de deux manières. D'abord elle prolonge la durée de vie des composants électriques, et en second lieu elle augmente la probabilité d'un fonctionnement sans problème, minimisant ainsi les temps d'arrêt du véhicule.

1.4 Importance d'utiliser les bonnes procédures de diagnostic

Sans aucun doute le diagnostic d'un problème sur le système électrique d'un véhicule peut être une tâche difficile prenant beaucoup de temps. Cependant il est beaucoup plus efficace de consacrer du temps au diagnostic, sinon le conducteur du véhicule pourra revenir vers vous avec un problème non résolu. En termes simples, il est important de consacrer suffisamment de temps pour bien diagnostiquer et pour corriger le problème.

Pour diagnostiquer avec précision un problème électrique, vous devez disposer de deux choses : les outils corrects et les techniques correctes.

Nous vous présenterons des schémas montrant comment connecter les appareils d'essai aux composants électriques du véhicule. Nous vous fournirons des tableaux indiquant quelles sont les valeurs mesurées acceptables sur les divers dispositifs. Et comme dans la section Maintenance préventive, nous vous indiquerons comment exécuter les procédures de diagnostic en toute sécurité.

1.5 Importance de sélectionner les bons composants électriques

Si vos procédures de diagnostic révèlent un composant électrique défectueux, vous devrez sélectionner avec soin le composant correct de remplacement.

Il ne suffit pas simplement de remplacer un alternateur ou un démarreur ; par exemple remplacer un alternateur ou un démarreur défectueux par un modèle identique. Il y a deux principales raisons à cela. Tout d'abord il se peut que les spécifications du composant défectueux ne correspondent pas à la spécification d'intensité du véhicule. En second lieu il se peut que l'intensité requise par le véhicule ait augmenté au cours du temps.

Dans tous les cas, le nouveau composant doit supporter la charge électrique requise par le véhicule. Ceci est particulièrement vrai dans le cas des systèmes informatiques très élaborés sur les véhicules plus récents, qui doivent être étroitement intégrés aux composants du système électrique.

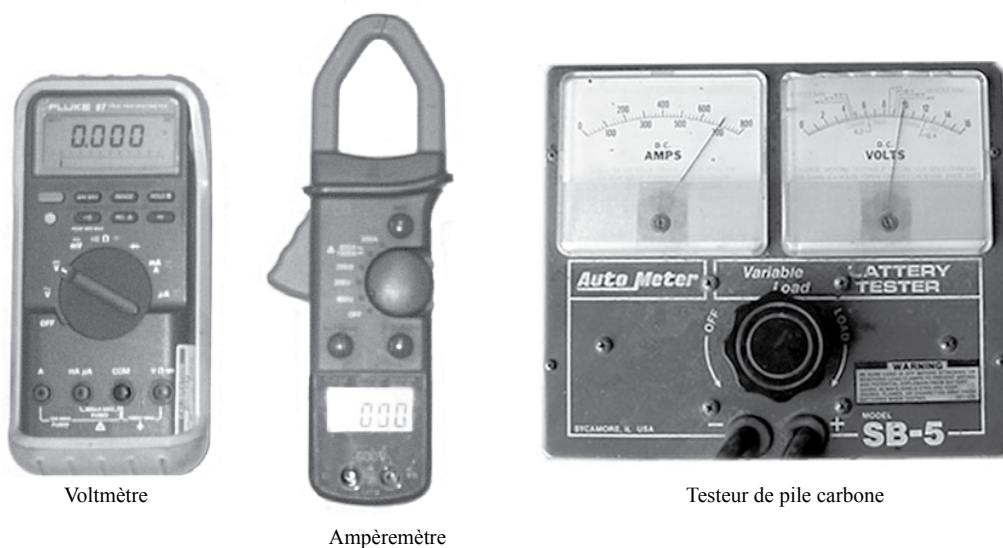


Figure 2: Equipement de diagnostic

1.6 Importance de suivre les consignes de sécurité

Nous souhaitons que votre véhicule fonctionne sans problème. Mais nous souhaitons également que vous observiez les consignes de sécurité pendant l'exécution des procédures de maintenance préventive et de diagnostic.

Chaque fois que vous travaillez sur le système de batterie, sur le système de charge ou sur le système de démarrage, vérifiez que les roues du véhicule sont bien calées et qu'aucune vitesse n'est engagée. Lorsque vous travaillez sur l'un de ces trois systèmes, portez toujours des lunettes de sécurité ou un masque facial, ne fumez jamais, et ne portez jamais de bijoux ou de vêtements larges.

Dans la section Système de batterie, nous avons indiqué plusieurs précautions à suivre pour recharger les batteries. Voici quelques précautions supplémentaires à respecter :

A. Suivez toujours les instructions du fabricant de batterie lorsque vous utilisez un équipement tel qu'un chargeur ou un testeur de batterie.

B. Ne vous penchez jamais sur une batterie pendant les opérations de charge, d'essai ou de "jump starting" (démarrage par raccordement à une batterie de secours).

C. Ne coupez jamais de circuits "sous tension" aux bornes de la batterie car, inévitablement, une étincelle se produira au moment de la coupure du circuit "sous tension".

D. Protégez les batteries contre les étincelles et les flammes nues. Ne fumez jamais près d'une batterie. Les batteries dégagent de l'hydrogène gazeux incolore très inflammable ; il peut exploser s'il vient en contact avec des étincelles, des flammes ou des cendres.

E. Vérifiez que les colliers de câble du chargeur de batterie ou les câbles de batterie de secours sont propres et bien connectés. Une mauvaise connexion peut provoquer un arc électrique qui pourra à son tour enflammer les gaz de batterie et déclencher une explosion. Des étincelles peuvent se produire à la suite de connexions desserrées de câbles, d'outils métalliques établissant un contact entre les bornes de batterie, et d'outils métalliques établissant un contact entre la borne de batterie non raccordée à la terre et des pièces métalliques voisines raccordées à la terre. Ne posez pas d'outils sur la batterie.

F. Ne chargez pas une batterie si vous ne connaissez pas parfaitement étape par étape la procédure à utiliser pour le chargeur de batterie.

G. La pièce dans laquelle une batterie est chargée doit être bien ventilée.

H. Vous ne devez pas porter de vêtements larges près de pièces mobiles.

I. Rappelez-vous que les ventilateurs de refroidissement du radiateur peuvent être commandés par un thermostat et peuvent à tout moment démarrer.

SECTION 2: LE SYSTEME DE BATTERIE

2.1 Aperçu général sur le système de batterie

Pour aborder le système de batterie, nous vous donnons des informations de base sur le fonctionnement du système de batterie.

Chaque cellule d'une batterie comprend des plaques positives, des plaques négatives et une solution d'électrolyte. Les batteries produisent de l'électricité grâce à une réaction chimique entre ces trois éléments.

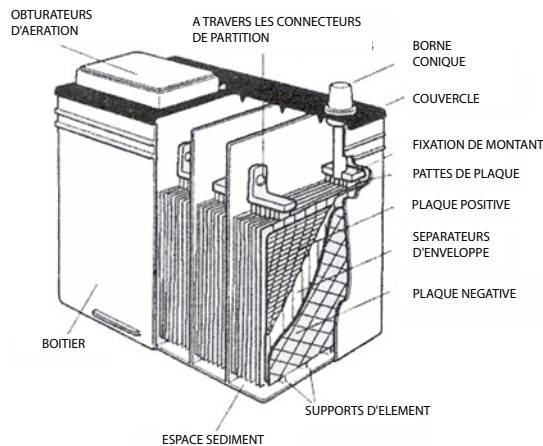


Figure 3: Composants batterie

Dans une batterie complètement chargée, la plaque positive comporte du peroxyde de plomb (symbole PbO_2) appelé aussi dioxyde de plomb. Chaque molécule de PbO_2 comprend un atome de plomb et deux atomes d'oxygène. La plaque négative est du plomb spongieux (symbole Pb) pouvant être composé d'un alliage d'antimoine ou de calcium. La solution d'électrolyte est de l'acide sulfurique (symbole H_2SO_4) dilué dans de l'eau H_2O .

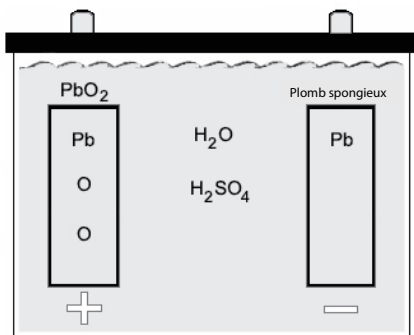


Figure 4: Batterie complètement chargée

Lorsqu'une charge électrique est placée sur une batterie, une réaction chimique se produit. Les molécules de sulfate dans l'électrolyte se décomposent et se fixent sur les plaques négatives et positives. Simultanément, les atomes d'oxygène provenant des plaques positives de peroxyde de plomb vont dans la solution d'électrolyte pour se joindre aux atomes d'hydrogène, formant ainsi H_2O ou de l'eau. Les molécules de sulfate allant sur les plaques et les atomes d'oxygène allant dans la solution libèrent de l'énergie. Ceci est appelé le cycle de décharge.

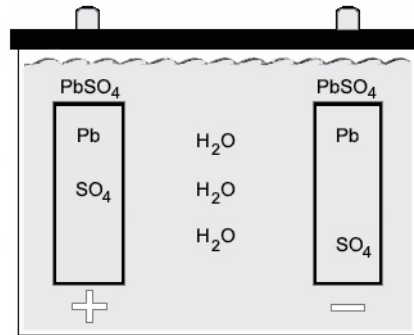


Figure 5: Batterie complètement chargée

Lorsque la batterie est complètement déchargée, les deux plaques comportent du sulfate de plomb (symbole $PbSO_4$) et la solution est de l'eau. Dans le cycle de charge, les molécules de sulfate reviennent dans la solution, et les molécules d'oxygène dans l'eau reviennent sur les plaques positives.

Les états complètement chargés et complètement déchargés constituent les extrêmes. Normalement, une batterie est partiellement chargée ou partiellement déchargée. Par exemple, une batterie peut être déchargée à 25 %, ce qui signifie que 25 % de la réaction chimique a eu lieu et que 75 % de la batterie est dans son état chimique initial.

2.2 Causes principales du mauvais fonctionnement d'un système de batterie

Avant d'étudier les procédures de maintenance préventive et de diagnostic pour le système de batterie, nous aborderons certains facteurs environnementaux et d'utilisation pouvant provoquer le mauvais fonctionnement du système.

Chaleur excessive. Si les batteries sont soumises à des températures élevées, les plaques positives se corrodent rapidement et les cellules de batterie deviennent sèches.

Temps froid. Comme l'huile moteur devient très visqueuse à basse température, il est plus difficile de faire tourner le moteur. De ce fait, la batterie doit fournir une intensité plus importante et pendant plus longtemps.

Vibration. Si la batterie n'est pas solidement fixée sur le châssis du véhicule, les vibrations peuvent décoller le matériau actif sur les grilles de plaque de batterie.

Charge rapide. Si l'on utilise une intensité élevée pour recharger rapidement la batterie, la batterie peut s'endommager si elle devient trop chaude et si elle commence à dégager du gaz.

Cyclage poussé. En cas de cyclages poussés répétés, la batterie ne pourra plus accepter une charge. Si le cyclage de batterie a lieu, utilisez des batteries à cycle élevé.

2.3 Procédure de maintenance préventive

Il existe six procédures de maintenance préventive pour préserver la durée de vie de la batterie. Ces six procédures sont aussi les premières étapes que vous devez effectuer pour diagnostiquer (dépanner) un problème sur le système électrique du véhicule. Les six procédures de maintenance préventive sont les suivantes :

1. Vérification de propreté. Si le compartiment batterie est sale, enlevez d'abord les câbles de batterie, puis retirez la batterie du véhicule. Lavez le compartiment batterie avec une solution d'eau et de bicarbonate de soude. Rincez le compartiment avec de l'eau, séchez-le en l'essuyant avec un chiffon. Si nécessaire, nettoyez le montant et les bornes de câble avec une brosse métallique ou avec un outil spécial pour nettoyage de borne. Lavez les batteries avec une solution bicarbonate de soude et d'eau.



Figure 6: Fixations de batterie

2. Vérification des fixations. Vérifiez que les fixations maintenant la batterie sur le châssis du véhicule sont bien serrées. Si elles sont desserrées, resserrez-les suivant les spécifications du fabricant.

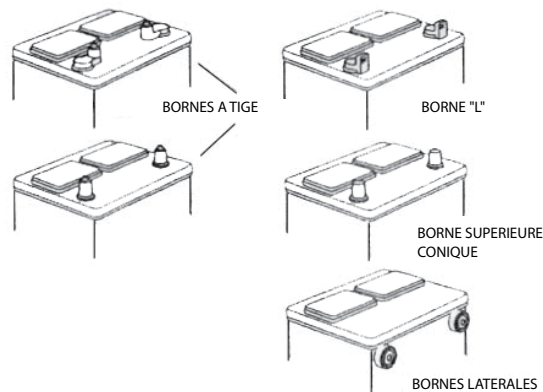


Figure 7: Emplacement des bornes de batterie.

3. Vérification des câbles de batterie. On doit inspecter les connexions entre les câbles et les bornes de batterie pour détecter la corrosion, pour vérifier leur serrage correct, et on doit les nettoyer et/ou les resserrer si nécessaire. On doit inspecter les câbles pour détecter le gonflement, les fissures ou la fragilisation. Les câbles doivent être remplacés si nécessaire.

4. Vérification des câbles de terre de batterie. Ces câbles doivent être solidement fixés à la masse de l'alternateur. Vérifiez aussi que les points où les câbles sont connectés au châssis ou au bloc moteur du véhicule sont propres et solides.

5. Vérification du compartiment batterie. L'état du compartiment batterie indique souvent un endommagement ou une fuite d'un composant interne. Les signes témoins sont le gonflement et les fissurations du compartiment.

6. Vérification des niveaux de liquide (uniquement pour les batteries sans maintenance). Si le niveau de liquide dans la batterie est bas, ajoutez uniquement de l'eau non calcaire propre ou de l'eau distillée. Si l'on ajoute une solution d'électrolyte prémélangée, la concentration en acide sulfurique sera trop élevée, et de ce fait les plaques, les intercalaires et le compartiment se détérioreront prématurément.

2.4 Procédure de diagnostic/dépannage

Pour trouver la cause d'un problème sur le système électrique d'un véhicule, vous devez toujours commencer par la batterie. **Pour exécuter une procédure de diagnostic, consultez la section Informations sur la sécurité dans la section 1.6 Introduction.**

Il est très important que chaque batterie soit correctement testée et soit chargée au maximum. C'est seulement après que vous pourrez diagnostiquer des problèmes concernant les systèmes de charge ou de démarrage. Si une batterie n'est pas chargée au maximum, les autres tests sur le système électrique ne donneront pas de résultats précis.

Déconnectez toujours tous les câbles de terre de batterie, au niveau des bornes de la batterie, avant de remplacer ou d'entretenir un équipement électrique. Après avoir enlevé les câbles de terre de batterie, vérifiez qu'il n'y a pas de tension sur les bornes de sortie de l'alternateur.

Au-delà des procédures d'inspection visuelle mentionnées précédemment, trois étapes simples permettent de tester une batterie : suppression de la charge superficielle, détermination de l'état de charge, et essai de charge.

Suppression de la charge superficielle de la batterie.

Les charges électriques sur la surface des plaques positives de la batterie donneront une indication de tension anormalement élevée sur le voltmètre. On doit supprimer cette "charge superficielle" sur les batteries qui ont été chargées par un alternateur ou un chargeur de batterie, il y a moins de 48 heures. Les batteries sur les camions qui n'ont pas été utilisés, ou les batteries qui n'ont pas été chargées à l'aide d'un chargeur dans moins de 48 heures ne comporteront pas de charge superficielle importante pour supprimer la charge superficielle.

Vous devrez décharger légèrement les batteries. Pour cela, utilisez un testeur de charge de pile carbone pour charger chaque batterie avec une intensité égale à l'intensité maximum de démarrage à froid, pendant 15 secondes, voir Figure 8. Il suffit de quinze secondes pour dissiper la charge superficielle des plaques.

La charge superficielle peut être supprimée en allumant simplement les phares du véhicule, sans démarrer le moteur, pendant deux à trois minutes par batterie.



Figure 8: Testeur de charge de pile

Essai de l'état de charge de la batterie. La seconde étape pour tester la batterie consiste à tester l'état de charge de chaque batterie. Raccordez un voltmètre entre les bornes de chaque batterie et enregistrez la mesure. Comparez les mesures aux valeurs indiquées dans le tableau de la Figure 9 pour déterminer le pourcentage de charge. Si la batterie est chargée à 75 % ou plus, vous pouvez passer à la troisième étape, l'essai de charge. Si la charge de la batterie est inférieure à 75 %, rechargez-la. (Voir Instructions de charge à la fin de cette section.) Supprimez la charge superficielle puis testez à nouveau la batterie pour déterminer son état de charge. Si après recharge la charge de la batterie est encore inférieure à 75 %, la batterie peut nécessiter une charge plus longue ou elle peut être défectueuse.

Pourcentage de charge	
12.60 V	100%
12.45 V	75%
12.30 V	50%
12.15 V	25%

Figure 9

Essai de charge avec un testeur de pile carbone.

La troisième étape pour tester la batterie consiste à effectuer un essai de charge. Suivez les instructions du fabricant du testeur de charge de pile carbone pour raccorder le testeur et l'ampèremètre entre les bornes de la batterie. Déterminez l'intensité nominale, ou CCA, nécessaire pour faire démarrer le moteur à froid. Divisez cette intensité nominale CCA par deux pour déterminer la charge. Chargez la batterie pendant 15 secondes, en réglant la pile carbone pour maintenir la charge correcte. Ne chargez pas la batterie pendant plus de 15 secondes, car ceci pourrait endommager la pile carbone. A la fin de la charge de 15 secondes, relevez l'indication du voltmètre et éteignez la pile carbone.

Le tableau de la Figure 10 ci-dessous est utilisé comme guide pour déterminer les résultats minimum acceptables de l'essai de charge. Comme la température de l'électrolyte baisse, la tension minimum baisse aussi. Ceci est dû à l'effet de la température sur la plupart des réactions chimiques. La réaction de la batterie est plus lente lorsque l'électrolyte devient plus froid.

Résultats minimum acceptables (lorsqu'on applique une charge d'intensité égale à 1/2 de l'intensité nominale CCA de la batterie)	
Température électrolyte (F)	Tension
70° ou plus	9.6
60°	9.5
50°	9.4
40°	9.3
30°	9.1
20°	8.9
10°	8.7
0°	8.5

Figure 10

Les batteries ayant passé avec succès l'essai de charge peuvent être remises en service. Les batteries complètement chargées ne passant pas avec succès l'essai de charge ont perdu leur capacité ou leur aptitude à fournir l'intensité électrique nécessaire pour faire tourner et pour faire démarrer le moteur.

2.5 Charge de la batterie

Pour recharger les batteries, respectez ces consignes de sécurité importantes :

- 1) Laissez le chargeur de batterie débranché jusqu'à ce que ses câbles soient connectés à la batterie.
- 2) Chargez chaque batterie séparément.
- 3) Utilisez le chargeur correct.
- 4) Chargez les batteries dans un local bien ventilé.
- 5) Ne fumez pas pendant la recharge des batteries.
- 6) Portez une protection oculaire.
- 7) Ne portez pas de montre ou d'autres bijoux.

2.6 Remplacement de batterie

Si vous exécutez régulièrement la maintenance préventive des batteries et si vous les chargez et si vous les testez toujours correctement, vous pourrez éviter ou réduire la nécessité de remplacements coûteux.

Cependant, si vos procédures de diagnostic indiquent que la batterie est défectueuse, vous devrez sélectionner soigneusement une nouvelle batterie. L'intensité nominale de la batterie pour faire tourner et démarrer le moteur à froid, doit être adaptée à l'application prévue du véhicule ou à sa charge et cycle d'utilisation.

SECTION 3: LE SYSTEME DE CHARGE

3.1 Aperçu général du système de charge

Le système de charge est un composant important du système électrique. Il fournit le courant électrique pour les feux, la radio, le réchauffeur, les systèmes électriques du moteur, et d'autres accessoires électriques. Il maintient aussi les batteries chargées, en les rechargeant si nécessaire.

Pour entretenir correctement le système de charge, vous devez savoir comment il fonctionne. Le système de charge comporte trois principaux composants : l'alternateur, le régulateur de tension et les batteries.

L'alternateur génère le courant électrique pour faire fonctionner les accessoires et pour recharger les batteries. Il est normalement entraîné par la courroie du vilebrequin. L'énergie mécanique du vilebrequin est transformée par l'alternateur en énergie électrique pour les batteries et les accessoires.

Le régulateur de tension joue le rôle d'un "agent de circulation" électrique pour réguler la sortie de l'alternateur. Il détecte quand les batteries doivent être rechargées, ou quand la puissance électrique du véhicule doit être augmentée, et il ajuste en conséquence l'intensité de sortie de l'alternateur.

Les batteries sont un réservoir de puissance électrique chimique. Elles servent principalement à faire tourner le moteur. Elles alimentent aussi en courant les accessoires électriques lorsque la charge électrique dépasse la capacité de l'alternateur.

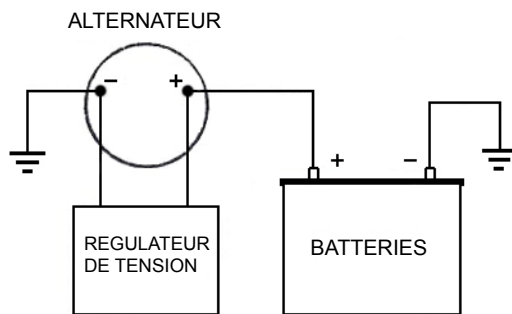


Figure 11: Schéma de câblage

3.2 Principales causes du mauvais fonctionnement du système de charge

Avant de discuter des procédures de maintenance préventive et de diagnostic du système de charge, nous allons étudier certains facteurs environnementaux et d'application du produit pouvant provoquer le mauvais fonctionnement du système de charge.

Chaleur excessive. Un alternateur sera endommagé s'il fonctionne pendant trop longtemps à des températures excessives. Une chaleur excessive peut être provoquée de deux manières : lorsque l'alternateur devient sale à l'extérieur ou à l'intérieur, limitant ainsi sa capacité à dissiper la chaleur sur sa surface extérieure ou empêchant l'air de le traverser, et lorsque les conduits d'air ou les écrans thermiques ne sont pas remplacés après l'entretien de l'alternateur.

Poussière et saleté. Les composants du système de charge fonctionnent de manière moins efficace lorsque des dépôts de poussière se forment autour des connexions de fils et de câbles. Des connexions sales gênent la circulation du courant électrique.

Vibrations. Si les composants du système de charge sont mal fixés ou sont desserrés sur le châssis du véhicule, les vibrations peuvent endommager des composants internes sensibles. Un composant mal fixé diminuera aussi les performances des courroies d'entraînement importantes. Ceci est particulièrement grave dans le cas de moteurs de forte puissance.

3.3 Procédures de maintenance préventive

La maintenance préventive sert à identifier et à corriger les problèmes potentiels avant leur apparition.

Trois procédures de maintenance préventive peuvent beaucoup améliorer l'efficacité des fonctions du système de charge. Ces trois procédures représentent aussi les trois premières étapes que vous devez effectuer pour diagnostiquer complètement (dépanner) un problème dans le système de charge du véhicule. Ces trois procédures de maintenance préventive sont les suivantes :

Nettoyer l'alternateur et les points de connexion.

Vérifiez que toutes les surfaces de l'alternateur sont propres, sans dépôts de poussières, graisse ou saletés. Les passages d'air doivent aussi être bien dégagés pour que l'air puisse facilement circuler à travers l'alternateur. Tous les points de connexion doivent être propres et non corrodés.

Fixations des composants. Comme indiqué précédemment, vous devez vérifier que les composants du système de charge sont solidement fixés sur leurs supports ; les supports eux-mêmes doivent être solidement boulonnés sur le moteur. Si les composants du système de charge sont mal montés ou sont desserrés, des vibrations pourront endommager l'alternateur, et les performances des courroies d'entraînement seront de ce fait réduites.

Tension et état des courroies. Vous devez aussi vérifier que la courroie est correctement tendue. **Attention : vérifiez que le moteur est arrêté.** Une courroie détendue patinera sur la poulie et ne pourra pas faire tourner le rotor de l'alternateur. Vérifiez la tension de courroie à l'aide d'une jauge de tension de courroie cricket. Voir les spécifications du fabricant du véhicule pour connaître la tension correcte de courroie. Avant de régler la tension, inclinez la courroie et vérifiez qu'elle ne présente pas de polissage, de fissures ou de traces de dessèchement. Une courroie trop usée ou endommagée doit être remplacée.

Si la courroie est dans un état satisfaisant, utilisez une jauge de tension de courroie et vérifiez les résultats, voir Figure 12. On utilise différentes jauges pour différentes courroies. Utilisez la jauge de tension correspondant à votre application, réglez la tension en fonction des spécifications du fabricant. Si le moteur est équipé d'un tendeur de courroie automatique et si le bord avant de la courroie est endommagé ou effiloché, inspectez le tendeur. Il peut être usé ou endommagé et a pu provoquer l'endommagement de la courroie.



Figure 12: Jauge de tension de courroie

Si vous remplacez une courroie usée ou endommagée, vous devez aussi vérifier que la nouvelle courroie est correctement tendue. Une courroie neuve perd 60 % de sa tension au cours des premières heures de fonctionnement. Vous devez donc vérifier la tension de la courroie sous une forte charge, puis vous devez la tendre à nouveau. Après l'installation d'une courroie neuve, faites tourner le moteur, tous les accessoires étant allumés, pendant 15 minutes (ceci exercera un effort important sur la courroie). Mesurez ensuite à nouveau la tension de la courroie et réglez-la si nécessaire. Sur les alternateurs donnant des intensités très élevées, il peut être nécessaire de retendre deux fois la courroie après son installation. De plus, si le véhicule comporte plusieurs courroies, les courroies doivent être adaptées entre elles. Enfin, dans la plupart des cas et sur la plupart des véhicules, la tension de courroie doit être testée tous les 10 000 miles.

3.4 Procédures de diagnostic/dépannage

Si la maintenance préventive est effectuée en temps voulu sur le système de charge, ce dernier fonctionnera sans problème. Cependant, en cas de problème, les procédures de diagnostic (dépannage) vous aideront à localiser et à corriger le problème rapidement et de manière économique. **Pour exécuter la procédure de diagnostic, consultez la section Informations sur la sécurité dans la section 1.6 Introduction.**

Toute discussion sur le système électrique doit commencer par les batteries. Avant d'analyser le système de charge, vous devez vérifier que les batteries ont été correctement testées et qu'elles sont chargées au moins à 75 %. Sinon les tests électriques effectués sur le système de charge seront incorrects. (Voir la Section 2 de ce manuel pour les procédures d'essai et de charge des batteries.)

Nous allons maintenant vous expliquer comment effectuer quatre tests différents concernant le système de charge.

Essai de performance de l'alternateur. Raccordez un voltmètre aux bornes de l'alternateur et un ampèremètre au câble positif de l'alternateur, conformément à la Figure 13. Vérifiez que l'ampèremètre est au moins à 6 pouces (15 cm) de l'alternateur pour éliminer la possibilité de mesures défectueuses. Vérifiez que les bornes de sortie de l'alternateur sont sous tension. Démarrez le moteur et faites-le tourner à 1500 tours/minute (tours/minute de fonctionnement). Vérifiez que tous les équipements électriques du véhicule sont éteints et vérifiez que l'intensité indiquée par l'ampèremètre est inférieure à 20 ampères. Si l'ampèremètre indique une intensité supérieure à 20 ampères, vérifiez deux fois que tous les équipements électriques du véhicule sont éteints et que les batteries sont chargées au maximum. Enregistrez la tension indiquée par le voltmètre. Les tensions mesurées doivent être entre 13,8 et 14,4 V pour un système 12 volts, entre 27,8 et 28,4 V pour un système 24 volts. Si la tension n'est pas à l'intérieur de ces limites, réglez le régulateur s'il est disponible. Si le régulateur ne permet pas d'obtenir les tensions correctes, l'alternateur est défectueux.

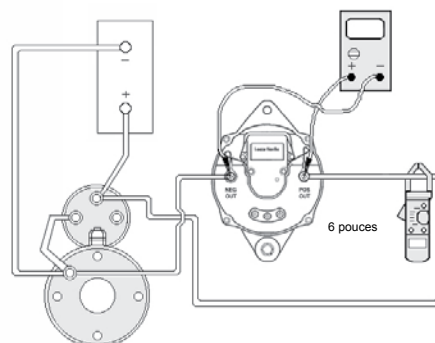


Figure 13: Essai de performance de l'alternateur sous charge

Essai de performance de l'alternateur sous charge.

Continuez à faire tourner le moteur à 1500 tours/minute (tours/minute de fonctionnement) et vérifiez que les appareils de mesure sont connectés conformément à la Figure 13. Allumez les équipements électriques du véhicule jusqu'à ce que l'intensité indiquée par l'ampèremètre soit égale à 75 % de l'intensité maximum nominale de l'alternateur. Enregistrez la tension indiquée par le voltmètre. Comparez les mesures à celles effectuées pendant l'essai de performance de l'alternateur. Si la tension de l'alternateur baisse de plus de 0,5 V pour un système 12 V et de plus de 0,7 volts pour un système 24 V, l'alternateur est défectueux. Une autre méthode pour mettre en charge l'alternateur consiste à utiliser un testeur de pile carbone. Raccordez le testeur de pile carbone entre les bornes de batterie. Réglez la pile carbone pour que l'ampèremètre indique la valeur voulue. Enregistrez la tension indiquée par le voltmètre et arrêtez le véhicule.

Test de câble d'alternateur. Pour tester le câble positif, raccordez l'ampèremètre au câble positif de l'alternateur. Vérifiez que l'ampèremètre est au moins à 6 pouces (15 cm) de l'alternateur pour éliminer la possibilité de mesures incorrectes. Raccordez le câble négatif du voltmètre à la borne positive de l'alternateur et raccordez le câble positif à la borne positive de la batterie, voir Figure 14. Démarrez le moteur et faites-le tourner à 1500 tours/minute (vitesse de fonctionnement). Allumez les équipements électriques du véhicule jusqu'à ce que l'ampèremètre indique une intensité égale à 75 % de l'intensité nominale de l'alternateur. Si nécessaire, utilisez un testeur de pile carbone pour appliquer la charge à l'alternateur. Enregistrez la tension indiquée par le voltmètre. Si la tension mesurée est supérieure à 0,25 volt pour un circuit 12 volts ou à 0,50 volt pour un circuit 24 volts, vérifiez l'état des fils et des câbles. Si la tension mesurée est inférieure à 0,25 volt pour un circuit 12 volts, et à 0,50 volt pour un circuit 24 volts, les câbles sont satisfaisants. Eteignez les équipements électriques du véhicule et arrêtez le moteur. Pour tester le câble négatif, transférez le câble négatif du voltmètre sur la borne négative de la batterie et transférez le câble positif sur la borne négative de l'alternateur, voir Figure 15. Exécutez à nouveau l'essai. Utilisez la Figure 16 pour connaître les tailles de fil recommandées pour réparer les câbles.

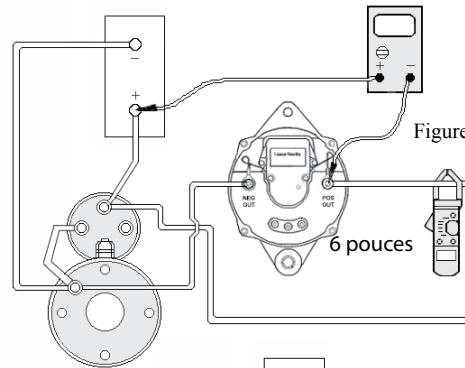


Figure 14: Essai du câble positif

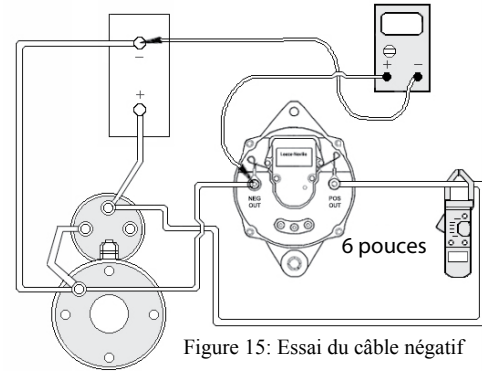


Figure 15: Essai du câble négatif

Intensité disponible maximum	Longueur totale du circuit	Taille de câble recommandée
60-75 ampères	15 pieds ou moins	#6
	16-25 pieds	#4
	26-40 pieds	#2
80-125 ampères	15 pieds ou moins	#4
	16-25 pieds	#2
	26-40 pieds	#0
130-250 ampères	15 pieds ou moins	#0
	16-25 pieds	#0
	26-40 pieds	#00
250-325 ampères	12 pieds ou moins	#00
	12-20 pieds	#0000

Figure 16: Tableau des tailles de câble recommandées

3.5 Remplacement de l'alternateur

Si toutes les procédures de diagnostic/dépannage indiquent un alternateur défectueux, vous devrez sélectionner un nouvel alternateur. L'intensité nominale du nouvel alternateur doit correspondre à l'application prévue du véhicule, à la charge ou au cycle d'utilisation.

Si le véhicule a connu des problèmes de charge et si vous avez éliminé les défaillances dans le système, vous pourrez vouloir réévaluer la capacité de l'alternateur.

Au moment de l'installation d'un nouvel alternateur et de la re-tension des courroies, respectez soigneusement les instructions notées précédemment dans cette section sous le titre "maintenance préventive".

Voir les Annexes A; B et C à la fin de ce manuel pour la fiche de travail dimensionnement de l'alternateur, l'organigramme de dépannage et l'organigramme de procédure d'essai de l'alternateur.

SECTION 4: LE SYSTEME DE DEMARRAGE

4.1 Aperçu général sur le système de démarrage

Le système de démarrage convertit l'énergie électrique des batteries en énergie mécanique pour faire tourner le moteur. En cas de mauvais fonctionnement du système de démarrage, il sera difficile de faire démarrer le moteur.

Pour entretenir correctement le système de démarrage, vous devez savoir comment il fonctionne. Le système de démarrage comporte cinq composants principaux : le contacteur d'allumage ou bouton de démarrage, le contacteur sécurité point mort (option sur certains véhicules), le solénoïde du démarreur, le démarreur et les batteries.

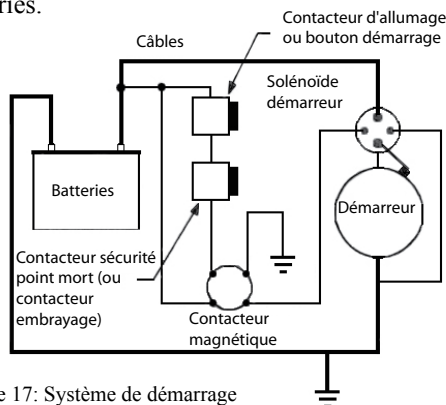


Figure 17: Système de démarrage

Lorsque la clé de contact est mise sur la position démarrage, ou lorsqu'on enfonce le bouton démarrage, les batteries alimentent en courant électrique le solénoïde du démarreur.

Certains véhicules sont équipés d'un contacteur sécurité point mort et/ou d'un contacteur embrayage. Si une vitesse est embrayée au moment où l'on fait tourner la clé de contact, le contacteur sécurité point mort bloque le signal transmis aux batteries, et ainsi le moteur ne peut pas tourner et démarrer. Autrement, le véhicule pourrait effectuer des sauts en avant ou en arrière lorsqu'on tourne la clé de contact.

Le solénoïde est un contacteur électromagnétique monté sur le démarreur. Lorsque les bobines à l'intérieur du solénoïde sont sous tension, elles génèrent un champ magnétique qui attire et déplace un plongeur. Un levier est fixé à une extrémité de ce plongeur. Ce levier est raccordé à l'ensemble pignon d'entraînement et embrayage du démarreur.

Le démarreur est un moteur électrique petit mais puissant, fournissant une puissance élevée pendant une courte période de temps. Lorsque le démarreur est sous tension, il embraye la couronne dentée du volant et génère un couple qui fait tourner le volant

et le moteur. Lorsque le conducteur relâche la clé de contact, elle passe de la position démarrage à la position marche, et le solénoïde est désactivé. Sous l'effet des ressorts de rappel intérieurs, le pignon d'entraînement est désengrené du volant, et le démarreur s'arrête.

4.2 Principales causes de mauvais fonctionnement du système de démarrage

Avant de discuter des procédures de maintenance préventive et de diagnostic du système de démarrage, nous allons étudier certains facteurs d'environnement et d'application de produits pouvant provoquer le mauvais fonctionnement du système de démarrage.

1. Charge de batterie. Une batterie partiellement/totalement déchargée exercera des contraintes anormales sur le système de démarrage. Vérifiez que la tension mesurée de batterie est égale ou supérieure à 12,4 V.

2. Chaleur excessive. Un démarreur peut être endommagé s'il fonctionne trop longtemps à haute température. Un échauffement excessif est généralement dû à un embrayage continu du démarreur. Les composants du système de démarrage peuvent être endommagés si le démarreur tourne pendant trop longtemps (souvent à cause de démarrages par temps froid). Le démarreur doit fonctionner pendant 30 secondes au maximum, puis on doit le laisser se refroidir pendant 2 minutes.

3. Vibrations excessives. Si les composants du système de démarrage sont mal montés ou sont desserrés sur le moteur du véhicule, les vibrations peuvent endommager des composants internes sensibles.

4. Corrosion, poussières et saletés. Les composants du système de démarrage fonctionnent de manière moins efficace lorsque de la corrosion se forme ou lorsque de la poussière se dépose autour des points de connexion de fils et de câbles. Les points de connexion corrodés et sales empêcheront le courant électrique de circuler normalement.

5. Solénoïde défectueux. Si le démarreur ne peut pas s'embrayer ou ne peut pas rester embrayé, la bobine d'attraction ou de maintien peut être défectueuse, ou le câblage du solénoïde peut être défectueux. Vous devrez vérifier le câblage du solénoïde. Si le câblage est satisfaisant, la bobine est défectueuse et vous devrez remplacer le solénoïde.

4.3 Procédures de maintenance préventive

La maintenance préventive vise à identifier et à corriger les problèmes potentiels avant leur apparition.

Deux procédures de maintenance préventive peuvent beaucoup améliorer l'efficacité des fonctions du système de démarrage. Ces deux procédures représentent aussi les étapes initiales que vous devez exécuter pour diagnostiquer complètement (dépanner) un problème dans le système de démarrage du véhicule.

Etat opératoire du moteur. Il est essentiel de maintenir le moteur en parfait état de marche pour assurer un fonctionnement efficace du système de démarrage. En termes plus simples, un moteur en mauvais état est plus difficile à démarrer, et ceci diminue la durée de vie du démarreur. Un moteur démarrant facilement ne nécessite que quelques tours de rotation du démarreur, et donc prolonge la durée de vie du démarreur.

Fils et câbles. Pour tout système électrique de véhicule, on doit maintenir propres tous les points de connexion. La saleté de la route et la graisse génèrent des résistances gênant la circulation du courant électrique. Pour que le démarreur fournisse la puissance nécessaire, il doit y avoir peu ou pas de résistance entre les batteries et le démarreur. De même, vous devrez vérifier que les fils et câbles sont propres, bien serrés et de la bonne taille. Toute perte de courant résultant de mauvaises connexions diminuera la puissance du démarreur. Nettoyez périodiquement toutes les connexions.

Comme nous l'avons indiqué, les opérations de maintenance préventive sont extrêmement utiles pour le système de démarrage. Il y a un autre moyen vous permettant de gagner beaucoup de temps et de vous épargner du travail : inspectez visuellement les composants du système de démarrage pour détecter des signes d'endommagement.

4.4 Procédures de diagnostic/dépannage

La maintenance préventive en temps voulu du système de démarrage le maintiendra en bon état de marche. Cependant, si le démarreur tourne lentement ou ne tourne pas du tout, il est temps de diagnostiquer (dépanner) le système de démarrage. **Pour exécuter les procédures de diagnostic, consultez la section Information sur la sécurité dans la Section 1.6 Introduction.**

Toute discussion sur le système électrique doit commencer par les batteries. Avant d'analyser le système de démarrage, vous devez vérifier que les batteries ont été bien testées et sont chargées au moins à 75 %. Sinon les tests électriques sur le système de démarrage seront imprécis. (Voir la Section 2 de ce manuel pour les procédures d'essai et de charge des batteries.)

Vous devez aussi savoir que, si les batteries ne se rechargent pas, il peut y avoir un problème dans le système de charge, ce qui conduira à des problèmes sur le système de démarrage. (Si c'est le cas, voir la Section 3 de ce manuel pour les procédures d'essai et de dépannage du système de charge.) Une fois que vous avez vérifié le bon fonctionnement des batteries et du système de charge, vous pourrez commencer à tester le système de démarrage.

Pour le dépannage, vous devez toujours commencer à rechercher la cause la plus évidente, et ensuite vous devez continuer en recherchant les causes plus difficiles. **Pendant le remplacement des équipements électriques, vous devez toujours débrancher tous les câbles de terre des batteries.**

Test de la clé de contact/contacteur marche. Vous devez commencer par déterminer si le problème concerne la clé de contact, le bouton-poussoir, le contacteur de marche et le câblage associé, ou si le problème ne se trouve pas dans le solénoïde et le démarreur.

Nous commencerons par le circuit de la clé de contact. Raccordez un voltmètre entre la borne clé de contact du solénoïde du démarreur et la terre, voir Figure 18. Demandez à quelqu'un de faire tourner le moteur et d'enregistrer la tension. Vous pourrez obtenir soit aucune tension, soit une tension faible, soit la tension normale, avec une rotation faible ou pas de rotation du tout.

Tout d'abord, dépannez le circuit du contacteur. Vous pouvez le tester en connectant un contacteur de démarrage à distance entre le positif de la batterie et la borne du contacteur sur le solénoïde du démarreur. Lorsque vous fermez le contacteur, le démarreur s'embranchera et démarrera le moteur. A nouveau enregistrez la tension pendant la rotation et comparez-la à votre première mesure. Une différence inférieure à 1 volt n'est pas suffisante pour indiquer un problème. Si la différence est supérieure à 1 volt, il y a un problème dans le circuit du contacteur.

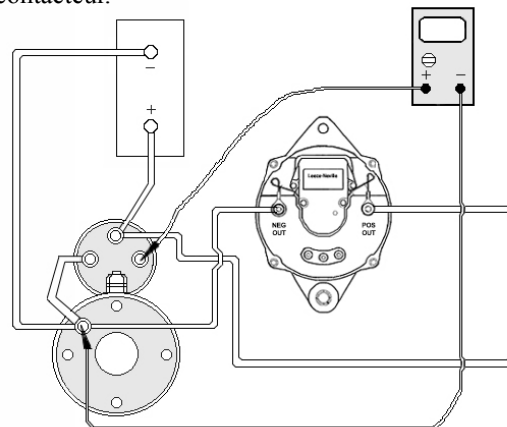


Figure 18: Test de clé de contact / contacteur de marche

Utilisez le voltmètre pour vérifier chaque connexion en revenant en arrière dans le circuit du contacteur. Si votre premier test de la clé de contact a donné une faible tension, ceci peut indiquer un court-circuit du démarreur, qui devra être réparé ou remplacé.

Si la tension au cours du premier test était normale, mais si la rotation était lente ou s'il n'y avait pas de rotation, ceci indique un problème concernant les batteries, les câbles de batterie ou un démarreur endommagé.

Test du solénoïde. Bien que les raisons pour une tension faible ou une tension normale avec une vitesse de rotation lente soient différentes, les procédures de localisation du problème sont les mêmes. Si le solénoïde fait entendre un déclic, mais si le moteur ne tourne pas, ceci indique que le courant circule dans les bobines du solénoïde, mais pas dans les contacts principaux.

Raccordez le voltmètre à la borne moteur du solénoïde conformément à la Figure 19. S'il n'y a pas de tension entre la borne moteur et la terre (lorsque le solénoïde est activé), ceci indique que le disque n'est pas en contact avec les bornes, ou qu'il y a un problème concernant le câble entre la borne positive de la batterie et le solénoïde. La solution consiste à réparer ou remplacer le solénoïde ou le câble.

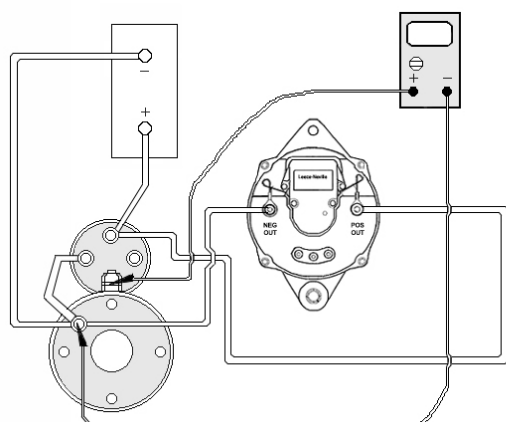


Figure 19: Test du solénoïde

Test du démarreur. Si une tension est présente sur la borne moteur du solénoïde, le problème concerne le démarreur ou son câblage. Si le test initial de la clé de contact (ou contacteur de marche) a indiqué une tension normale, mais une rotation lente ou pas de rotation du tout, l'étape suivante consiste à vérifier le système du moteur et ses connexions.

Si le pignon d'entraînement reste désengrené du volant, vérifiez qu'il n'y a pas de fil de terre extérieur cassé ou desserré sur le solénoïde. Remplacez le fil cassé ou refixez le fil desserré.

A l'aide d'un ampèremètre, mesurez l'intensité soutirée dans le câble positif, voir Figure 20, ou dans le câble de terre, voir Figure 21, du démarreur, tout en appuyant sur le contacteur démarrage. Si l'intensité soutirée est excessive par rapport aux spécifications du fabricant, le démarreur est défectueux. Une rotation lente ou une intensité soutirée élevée peuvent aussi indiquer que les douilles sont usées à cause d'un induit excentré. Les douilles usées et/ou l'induit excentré provoquent l'intervention des conducteurs et le mésalignement des champs magnétiques. Mais avant de remplacer le démarreur, vérifiez l'état du moteur pour s'assurer qu'il tourne librement. Un moteur en mauvais état peut obliger le démarreur à fonctionner plus difficilement et plus longtemps. En d'autres termes, il se peut que le démarreur ne soit pas à l'origine du problème. Il peut être endommagé à cause du mauvais état du moteur.

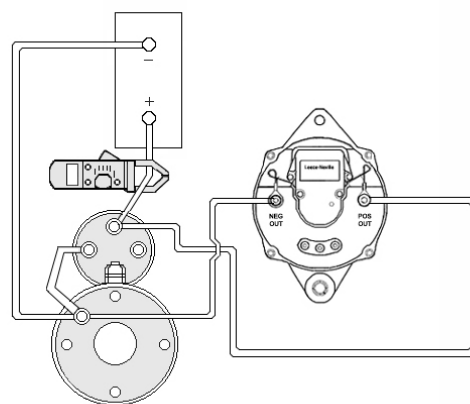


Figure 20: Essai du démarreur, câble positif

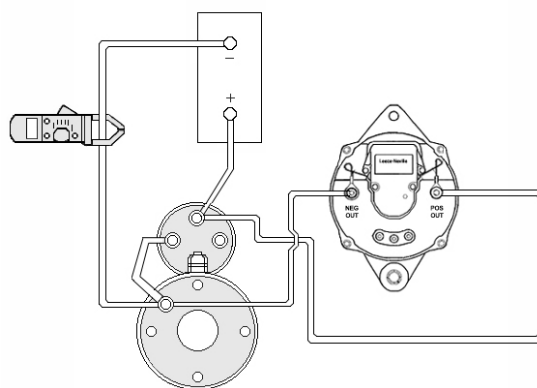


Figure 21: Essai du démarreur, câble de terre (négatif)

Essai de baisse de tension. Une rotation irrégulière peut être provoquée par une augmentation supplémentaire très faible de la résistance du circuit. Ceci peut provenir de connexions sales ou de câbles cassés ou en mauvais état. Avec l'essai de baisse de tension, vous devez d'abord vérifier les bornes positives du démarreur, et ensuite les bornes négatives.

Essai du câble positif. Raccordez le voltmètre, l'ampèremètre et le testeur pile carbone selon la Figure 22. Réglez le testeur de charge de la pile carbone pour que l'ampèremètre indique 500 ampères. Notez la tension indiquée. Sur un système 12 volts, la baisse de tension ne doit pas dépasser 0,4 volt. Sur un système 24 volts, la baisse de tension ne doit pas dépasser 1 volt. Eteignez le testeur à pile carbone à la fin de l'essai.

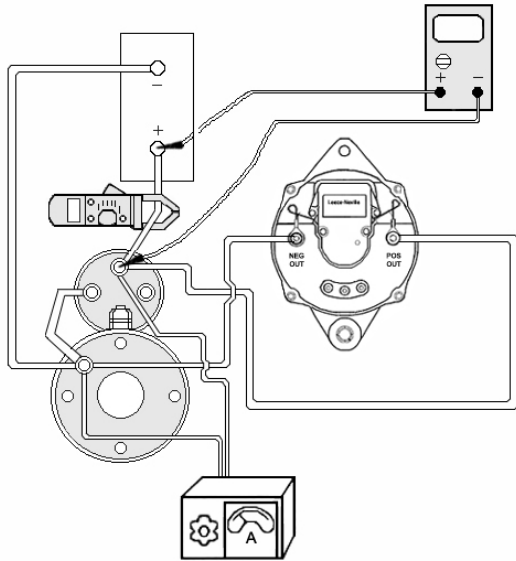


Figure 22: Essai du câble positif

Essai du câble négatif. Raccordez le voltmètre, l'ampèremètre et le testeur pile carbone selon la Figure 23. Réglez le testeur de charge de la pile carbone pour que l'ampèremètre indique 500 ampères. Notez la tension indiquée. Sur un système 12 volts, la baisse de tension ne doit pas dépasser 0,4 volt. Sur un système 24 volts, la baisse de tension ne doit pas dépasser 1 volt. Eteignez le testeur à pile carbone à la fin de l'essai.

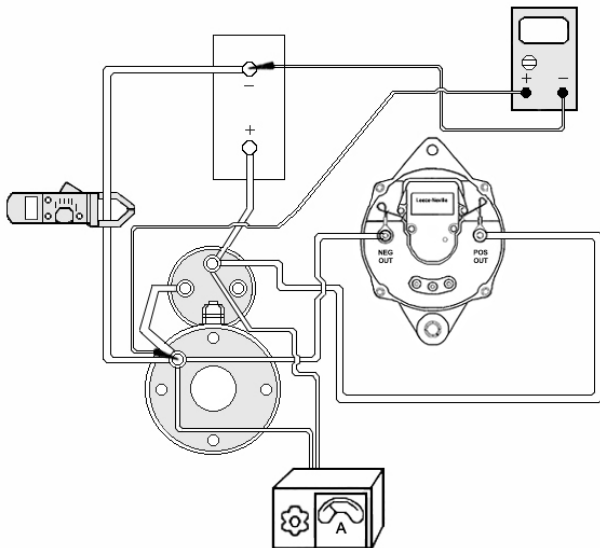


Figure 23: Essai du câble négatif

Essai de baisse de tension du solénoïde. La dernière vérification concerne la borne du solénoïde. Pour cet essai, vous devez faire tourner le moteur. Débranchez le testeur de charge de pile carbone, le voltmètre (s'il y a lieu) et l'ampèremètre, pour qu'aucun équipement d'essai ne soit endommagé par la procédure d'essai. Un voltmètre numérique à gamme automatique est utile dans ce cas, car la tension maximum batterie apparaît entre les bornes du solénoïde avant leur fermeture. Raccordez le voltmètre selon la Figure 24. Faites tourner le moteur et notez la tension indiquée. Une baisse de tension ne dépassant pas deux dixièmes doit exister entre les contacts du solénoïde.

Les baisses de tension cumulées des trois essais (essais de câble positif et négatif et essais de baisse de tension du solénoïde) ne doivent pas dépasser 1 volt pour un système 12 volts et 2,5 volts pour un système 24 volts.

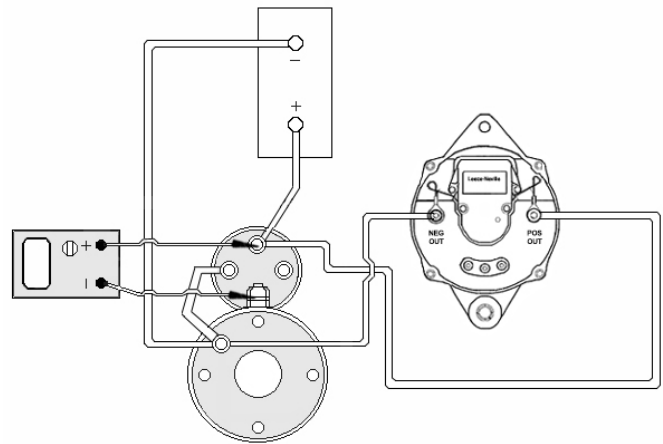


Figure 24: Essai de baisse de tension du solénoïde

Si la baisse de tension est supérieure à la baisse maximum, vérifiez les câbles et les connexions.

Remarque finale : Il y a de nombreuses façons de raccorder le circuit de démarreur à la terre. Certains véhicules comportent un câble de terre pour la batterie et un autre câble de terre pour le démarreur. Les deux sont fixés au châssis. Lorsqu'on effectue un essai de baisse de tension, on doit vérifier tous les câbles, quel que soit le circuit.

4.5 Remplacement du démarreur

Si toutes les procédures de diagnostic/dépannage indiquent un démarreur défectueux, vous devrez remplacer le démarreur.

SECTION 5 : CONCLUSION

5.1 Avantages de l'utilisation de bonnes procédures de maintenance préventive et de diagnostic

Après avoir lu ce manuel, vous conviendrez, nous l'espérons, que les techniciens d'entretien abordant leur métier en tant "qu'experts en diagnostic" montrent un professionnalisme plus élevé que ceux qui se contentent d'être des "remplaceurs de pièces".

L'utilisation de bonnes procédures de maintenance préventive et de diagnostic a de nombreux avantages. Les composants électroniques durent inévitablement plus longtemps et les temps d'arrêt du véhicule sont très minimisés. Vous pourrez être fier du travail bien effectué. Et votre société sera satisfaite des économies résultant d'une exploitation sans problème des véhicules.

5.2 Avantages de la sélection de composants électriques corrects

Comme nous l'avons noté dans ce manuel, grâce à une sélection minutieuse et à un remplacement correct des composants électriques, le système électrique complet de votre poids lourd fonctionnera avec l'efficacité maximum.

Chez Leece Neville, nous espérons que vous aurez trouvé ce manuel utile. Continuez à l'utiliser comme guide de référence et consultez-le si nécessaire. N'hésitez pas à nous contacter pour nous indiquer vos remarques ou pour nous poser des questions.

Leece Neville souhaite vous fournir des composants électriques fiables, durables et de qualité. Nous nous sommes engagés à vous donner les connaissances nécessaires pour pouvoir exécuter vos tâches importantes de la manière la plus professionnelle possible.

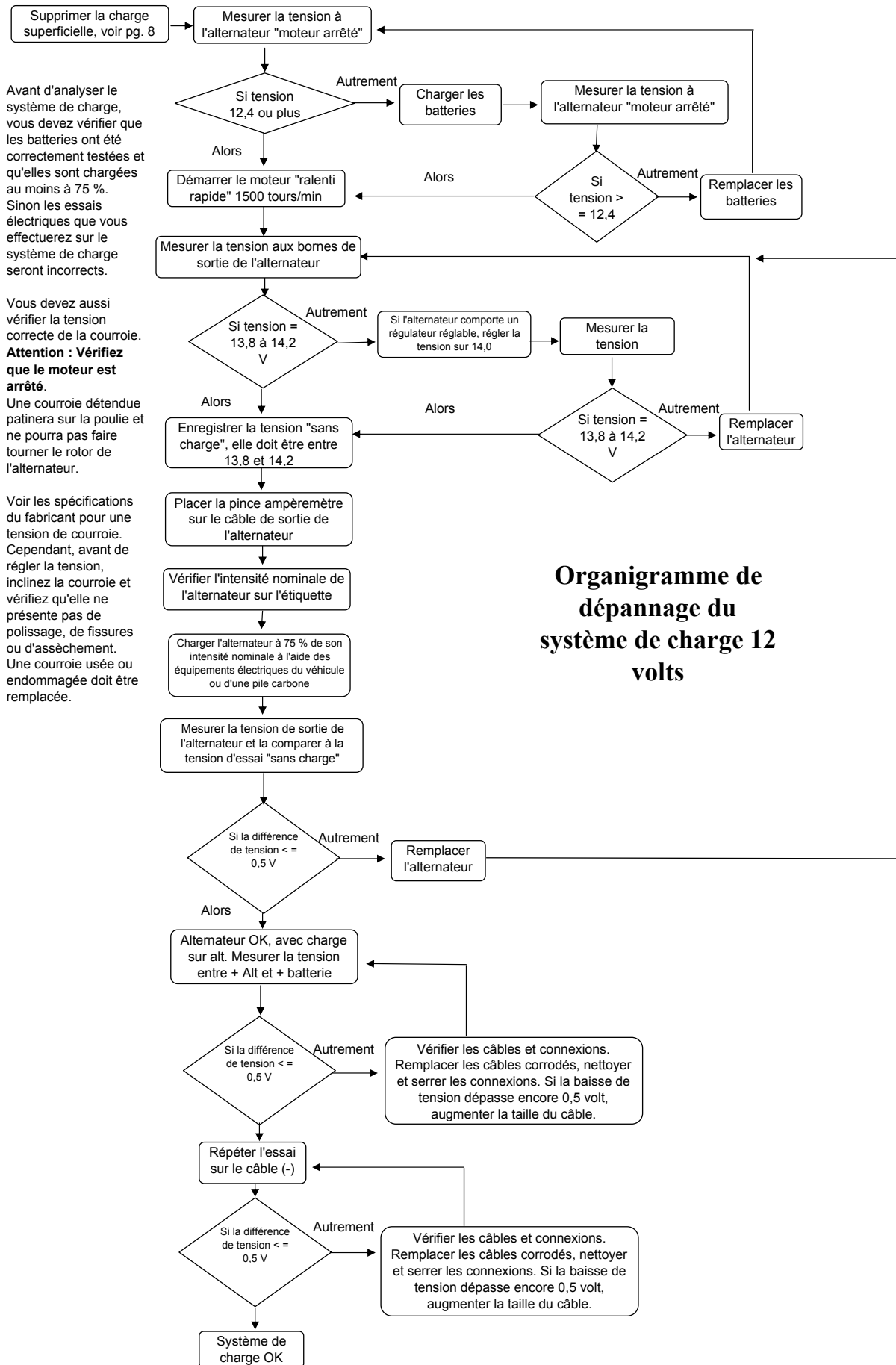


Figure 25: Démarrateurs Leece Neville de qualité

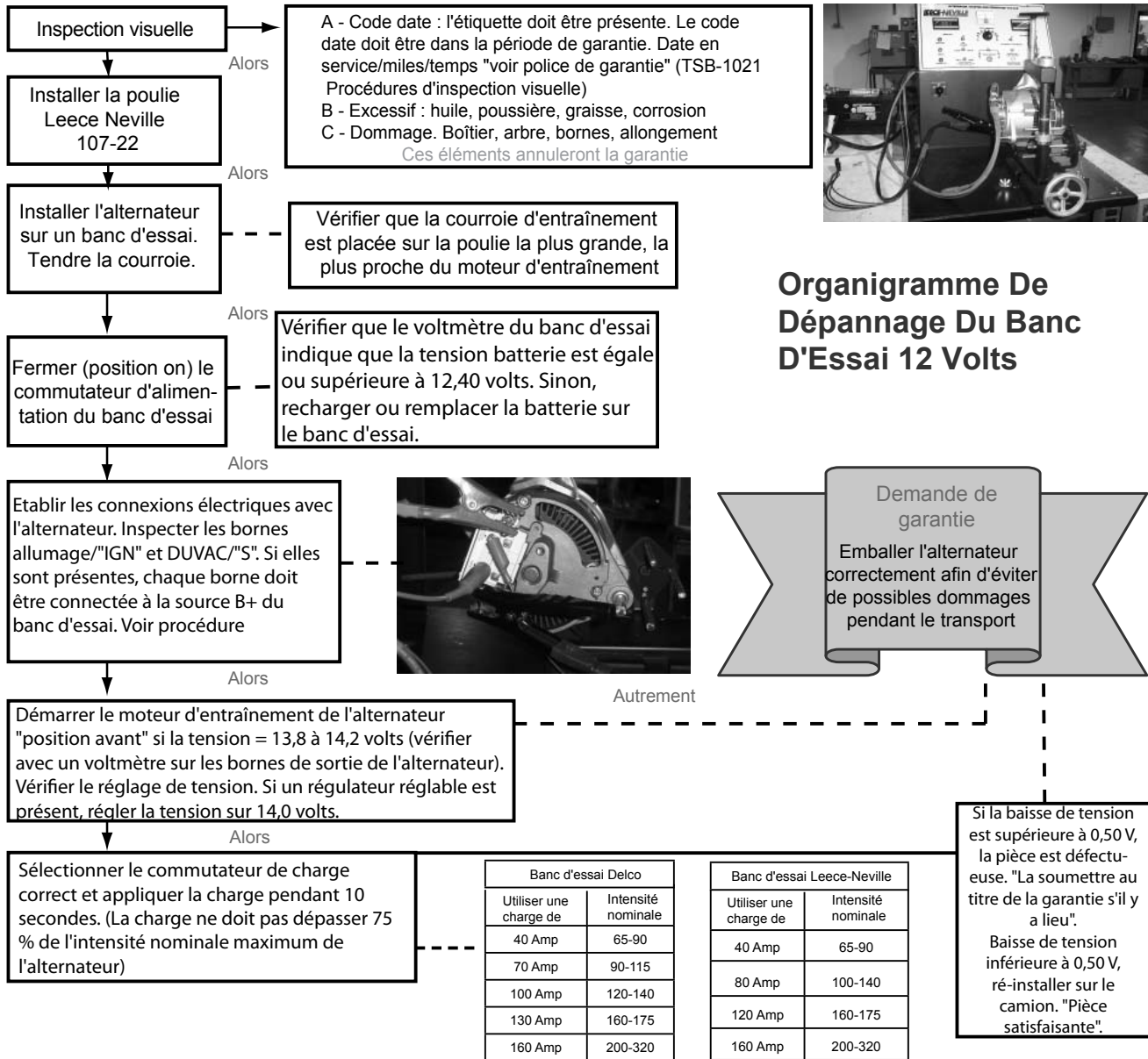


Figure 26: Alternateurs Leece Neville de qualité

Appendix B Charging System Troubleshooting Flowchart (12 Volt System)



ANNEXE C : Organigramme de procédure d'essai de l'alternateur (système 12 volts)




Nota: De mauvaises connexions par pince crocodile peuvent provoquer une baisse de tension supérieure à 0,5 volt. Utiliser un voltmètre externe sur les bornes de sortie pour corriger ceci.

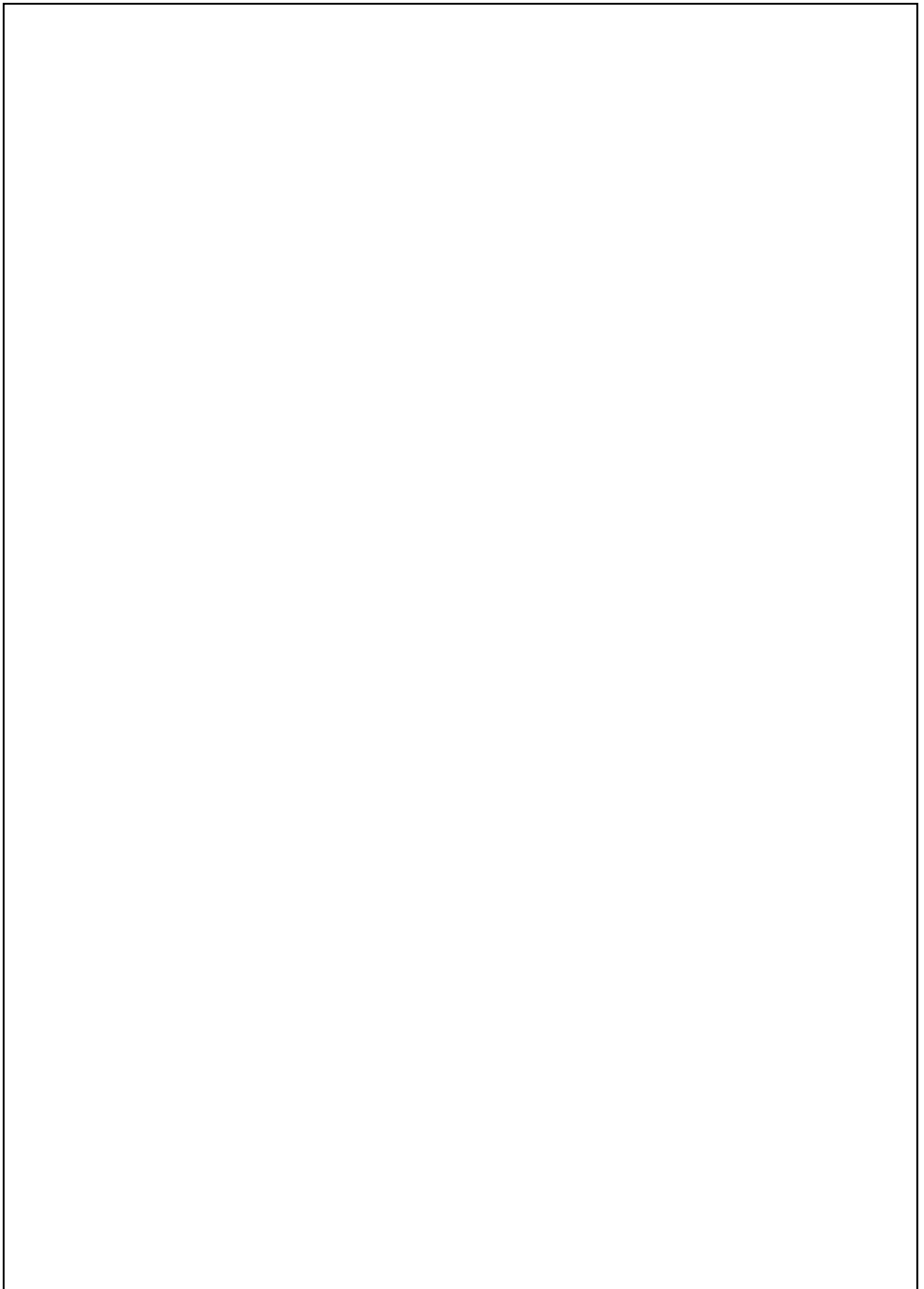
Notes:

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the 'Notes:' label. It is intended for the user to write their notes.

Notes:

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for taking notes. It occupies the majority of the page below the 'Notes:' heading.

Notes:

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the 'Notes:' label. It is intended for the user to write their notes.

**MANUFACTURING & OE SALES
LEECE-NEVILLE HEAVY DUTY SYSTEMS**

400 Main Street
Arcade, NY 14009
Phone: (585)492-1700
Fax: (585)492-1660

**Certifié
ISO 9001:2000**

www.prestolite.com

AFTERMARKET SALES LEECE-NEVILLE

7585 Empire Drive
Florence, KY 41042
Phone: (800)354-0560
Fax: (800)997-6202