

Sommaire

	Page
Introduction générale.....	1

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

1. Introduction.....	2
2. L'intérêt à la maintenance industrielle.....	2
3. Source de gains financiers appréciables.....	3
4. Modes d'opération et d'organisation renouvelés.....	4
5. Principaux enjeux.....	5
6. Pratique de maintenance industrielle.....	7
7. Définition de la maintenance industrielle.....	7
7-1. Fiabilité.....	8
7-2. Maintenabilité.....	9
7-3 Disponibilité.....	9
8. Différentes type de maintenance.....	9
9. Niveaux de maintenance.....	11
10. Fonction maintenance.....	12
11. Nouvelle démarche maintenance.....	14
12. Méthode japonaise (TPM).....	15
13. Conclusion.....	16

Chapitre 2 : matériels de travaux publics

1. Introduction.....	17
2. Chargeuse	17
3. Décapeuse ou scraper	17
4. Fraiseuse routière	18

5. Camion à benne	18
5.1. Dumper rigide : camion avec châssis monobloc.....	19
5.2. Tombereaux articulé : camion avec châssis articulé.....	19
6. Bulldozer.....	19
7. Pelle hydraulique sur chenille.....	20
7.1. Pelles en rétro.....	20
8. Compacteur.....	21
8. 1. Compacteur statique.....	21
8. 2. Compacteurs vibrants.....	21
9. Finisseur.....	22
10. Niveleuse.....	22
11. Conclusion.....	25

Chapitre 3 : Présentation de la niveleuse 140h Caterpillar

1. Introduction.....	26
2. Poste de conduite.....	26
2.1. Vision claire.....	26
2.2. Siège.....	26
2.3. Sélecteur de vitesse et frein de stationnement.....	27
2. 4. Composants du poste de commande.....	27
2.5. Tableau de bord.....	28
3. Lame.....	29
4. Vérins et moteur hydraulique.....	29
4.1. Vérin.....	30
4.2. Moteur hydraulique.....	31
5. Moteur.....	31
5-1. Rendement énergétique.....	31

5-2. Gestion de la puissance du moteur.....	31
5-3. Caractéristiques.....	32
6. Boîte de vitesses power shift.....	33
6.1. Changements de vitesse.....	33
6-2. Commande de boîte électronique.....	33
6-3. Vitesse extra-lente.....	33
6-4. Vitesses de translation maxi au régime nominal avec pneus 14.00-24.....	34
6-5. Caractéristiques.....	34
7. Freins à disques humides.....	35
8. Conclusion.....	35

Chapitre 4 : Etude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

1. Introduction.....	36
2. Chaîne cinématique.....	36
3. Circuit hydraulique de transmission.....	37
4. Pompe de transmission.....	37
4.1 Description.....	37
4.2 Caractéristiques de la pompe de transmission.....	38
5. Filtre de transmission.....	38
6. Boîte de vitesse.....	39
7. Bloc de commande.....	41
8. Schéma du circuit hydraulique de transmission.....	42
8-1- Principe de fonctionnement du circuit de transmission.....	42
9. Soupape de décharge principale.....	45
10. Soupape de réduction prioritaire.....	46
11. Soupape manuelle de modulation (soupape de ralenti).....	47

12. Soupapes de réduction de pression modulatrices.....	48
12.1 Fonctionnement.....	48
12.2 Vidange.....	49
13. Solénoïdes et pistons de sélection.....	49
14. Mancontact de pression de sens de marche.....	49
15. Exemple : boîte vitesse et bloc de commande à la 1ère vitesse Avant.....	49
16. Exemple : boîte à vitesse à la 1ere vitesse Arrière.....	52
17. Embrayage.....	53
17.1 Description.....	53
17.2 Fonctionnement d’embrayage.....	54
17.2.1 Engagement de l’embrayage.....	54
17.2.2 Dégagement de l’embrayage.....	54
18. Différentiel.....	55
19. Commande finale.....	56
20. Moyeu de roues et freins.....	56
21. Système électronique (entrées et sorties).....	56
22. Module électronique de control (ECM).....	57
22.1 Entrées.....	58
22.2 Sorties.....	58
23- Conclusion.....	58

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

1. Introduction.....	59
2. Partie théorique.....	59
2.1 Huile.....	59
2.2 Viscosité de l'huile.....	59
2.3 Choix d’huile.....	59
2.4 Vidange.....	60

2.5 Contrôle, surveillance et analyse des huiles.....	60
2.6 Maintenance des installations hydraulique.....	60
2.7 Vérifications journalières.....	60
2.8 Vérifications hebdomadaires.....	60
2.9 Tests et réglages au niveau de circuit hydraulique de transmission.....	61
3. Partie pratique.....	66
3.1. Relevé des pressions du circuit de transmission.....	66
3.2. Pression initiale des embrayages de boîte de vitesse.....	68
4. Conclusion.....	69

ANNEXE : Présentation de l'entreprise STARR

1. Introduction.....	70
2. Organigramme de l'entreprise.....	71
3. Activités de l'entreprise.....	72
4. Parc de la STARR.....	72
4.1. Matériel de terrassement et de revêtement.....	72
4.1.1 Types des camions.....	72
4.1.2 Types des engins.....	72
5. Unités de production.....	73
6. Magasin de l'entreprise.....	73
Conclusion générale.....	74
Bibliographie.....	75

Liste des tableaux

Chapitre II

Tableau 2.1 : Quelque type des niveleuses.....	23
--	----

Chapitre III

Tableau 3.1 : Vitesses de translation maxi au régime nominal avec pneus 14.00-24.....	34
---	----

Chapitre IV

Tableau 4.1 : Caractéristiques techniques de la pompe.....	38
Tableau 4.2 Organes mobiles de la boîte de vitesse.....	39
Tableau 4.3 : Bloc de commande.....	44
Tableau 4.4 : Embrayages engagés en fonction des vitesses.....	45

Chapitre V

Tableau 5-1 : Pression théorique de pompe de transmission.....	62
Tableau 5-2 : Pression d'huile de lubrification.....	62
Tableau 5-3 : Pressions finales théoriques des embrayages.....	64
Tableau 5.4 : Pression de pompe de transmission.....	66
Tableau 5-5 : Pression de lubrification.....	67
Tableau 5-6 : Pression du blocage de différentiel.....	67
Tableau 5-7 : Pression finale des embrayages de boîte de vitesse.....	68
Tableau 5-8 : Pression initiale des embrayages de boîte de vitesse.....	68

Liste des figures

Chapitre I

Figure 1.1. Place de la sûreté de fonctionnement dans la qualité	06
Figure 1.2. Disponibilité du matériel.....	06
Figure 1.3. Différentes formes de maintenance	11

Chapitre II

Figure 2.1. Chargeuses	17
Figure 2.2. Scraper	17
Figure 2.3. Fraiseuse	18
Figure 2.4. Dumper rigide	19
Figure 2.5. Tombereaux articulé	19
Figure 2.6. Bulldozer.....	20
Figure 2.7. Pelles en rétro.....	20
Figure 2.8. Compacteur sur pneumatiques	21
Figure 2.9. Compacteur vibrant à double cylindre.....	21
Figure 2.10. Finisseur.....	22
Figure 2.11: Niveleuse.....	22
Figure 2.12. Niveleuse O&K.....	22
Figure 2.13. Niveleuse Volvo	24
Figure 2.14. Niveleuse CAT 140M.....	24
Figure 2.15. Niveleuse Case.....	25

Chapitre III

Figure 3.1 : Vision claire.....	26
Figure 3.2 : Siège.....	26
Figure 3.3 : Sélecteur de vitesse et frein stationnement.....	27
Figure 3.4 : Composants du poste de commande (partie gauche).....	27

Figure 3.5 : Tableau de bord.....	28
Figure 3.6 : tableau de bord.....	29
Figure 3.7 : Vérins et moteur hydraulique dans la 140H (vue de coté).....	29
Figure 3.8 : Vérin hydraulique.....	30
Figure 3.9 : Moteur diesel 3306.....	31
Figure 3.10 : Boîte de vitesses power shift.....	32
Figure 3.11 : Freins à disques humides.....	35

Chapitre IV

Figure 4.1 : Chaine cinématique de transmission.....	36
Figure 4.2 : Circuit hydraulique de transmission.....	37
Figure 4.3 : Pompe de transmission.....	38
Figure 4.4 : Filtre de transmission.....	38
Figure 4.5 : Boîte de vitesse hydraulique.....	40
Figure 4.6 : Bloc de commande.....	41
Figure 4.7 : Schéma technique du circuit hydraulique de transmission.....	42
Figure 4.8 : Détail de bloc de commande.....	43
Figure 4.9 : Soupape de décharge principale.....	46
Figure 4.10 : Soupape de réduction prioritaire.....	46
Figure 4.11 : Soupape de ralenti.....	47
Figure 4.12 : Soupapes de réduction de pression modulatrice.....	48
Figure 4.13 : Exemple de fonctionnement de première marche avant.....	51
Figure 4.14 : Exemple de fonctionnement de première marche arrière.....	52
Figure 4.15 : Composants d'embrayage.....	53
Figure 4.16 : Section d'embrayage.....	54
Figure 4.17 : Différentiel.....	55
Figure 4.18: Commande finale.....	56

Figure 4.19 : Système électronique (entrées et sorties).....	57
Figure 4.20 : Module électronique de control (ECM).....	58

Chapitre V

Figure 5.1 : Pédale d'approche.....	61
Figure 5.2 : Vue arrière gauche représente les prises de pression bloc de commande.....	63

Introduction générale

Le domaine de travaux publics est très vaste et il ne cesse de se diversifier. Par conséquent, le nombre d'engins nécessaires pour faire face se multiplie. L'utilisation excessive et non réglementée de ces machines amène aux arrêts des travaux, pertes du temps et de l'argent.

Dans ce domaine, la niveleuse est considérée comme un engin indispensable et de grande valeur car, par sa fonction de finition, elle harmonise tout travail de terrassement et corrige ses erreurs. D'où l'utilité de l'étudier la commande hydraulique de transmission, d'une niveleuse Caterpillar 140 H, ce qui nous a permis d'identifier les organes composant ces circuits, connaître ses comportements, et détailler la façon de les maintenir.

Afin d'atteindre notre objectif, cette étude est répartie en cinq chapitres.

Le premier chapitre vise la gestion de maintenance industrielle.

Le deuxième chapitre propose un état global du matériel de travaux publics.

Le troisième chapitre présente la niveleuse CAT 140H.

Le quatrième chapitre est consacré pour le circuit et commande hydrauliques de transmission.

Le cinquième chapitre est réservé au maintenance et entretien de circuit de transmission.

Ce travail fait l'objet d'une conclusion général et de perspective.

1- Introduction

Pour de nombreuses industries, dans les pays industrialisés les plus avancés, le mot « maintenance » évoque de plus en plus des activités modernes et porteuses de progrès dans la mouvance des impératifs de la qualité totale, de la productique et du juste-à-temps (JAT). Ces activités sont tournées vers l'optimisation de la disponibilité des moyens de production et, de ce fait, concourent à la productivité et à la compétitivité des entreprises manufacturières. Les nouvelles pratiques de maintenance industrielle débouchent alors sur:

- ✓ Des stratégies et politiques de maintenance;
- ✓ Des métiers nouveaux créateurs d'emplois;
- ✓ Le développement des activités de service aux industries (la sous-traitance par exemple);
- ✓ L'informatique de gestion;
- ✓ L'introduction de systèmes-experts d'aide au diagnostic de pannes de machine;
- ✓ Des techniques de maintenance conditionnelle ou prédictive (analyse des huiles, des vibrations, thermographie, etc.) ;

Ainsi, le responsable démarche de « maintenance » renouvelée doit à la fois conjuguer une approche technique, voire technologique, par ses machines et de plus en plus, aussi, une approche de gestionnaire à de multiples égards: organisation, prévention, gestion des coûts, formation, animation du personnel, gestion de services sous-traités, etc.

Ces ajustements à caractère dynamique des activités de la maintenance qui s'appliquent surtout pour l'instant à la grande entreprise, permettent de remédier à de nombreuses maladies de l'entreprise reliées aux rebuts dans les usines, aux délais non respectés, aux pannes de toute nature. En bref, à tous ses dysfonctionnements des machines qui entravent la performance de l'équipement de fabrication.

2- L'intérêt à la maintenance industrielle

L'intégration progressive des nouvelles technologies est devenue une donnée inéluctable pour les entreprises manufacturières : c'est ce que l'on convenu d'appeler le défi technologique.

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

La mondialisation des marchés (c.-à-d. les marchés sans frontières) crée de nouvelles exigences de production dont une des conditions majeures repose sur la maîtrise de la qualité de réalisation (de fabrication).

La sûreté de fonctionnement de l'appareil de production (absence de dysfonctionnement: le zéro-panne, le zéro-défaillance) devient alors une source importante de gains de productivité lorsque l'on tient compte de facteurs, tels que: la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité, la durabilité, la sécurité et la rentabilité des opérations.

Pour donner à la fabrication l'assurance de performance qualité-coût de haut niveau, il faut disposer de moyens parfaitement adaptés et en parfaite condition de fonctionnement. Cette interdépendance fabrication-maintenance sur tout accentuée avec l'implantation de l'automatisation et de l'informatisation dans l'industrie.

Les nouvelles pratiques de maintenance industrielle sont au cœur de politique de transfert de technologie avancée. C'est un facteur clé de la mise en place et de la diffusion du savoir-faire technologique et d'une flexibilité accrue de la main-d'œuvre.

Enfin, pour toute industrie que se veut compétitive et efficace, c'est une façon de rentabiliser ses opérations de fabrication au moment d'arrêts momentanés, de pannes de diverses natures ou encore de diminutions de capacité réelle de production.

3- Source de gains financiers appréciables [1]

La maintenance industrielle est avant tout un outil de développement et d'adaptation technologique. L'investissement dans la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité de l'équipement moderne de production augmente de façon notable leur durabilité et leur rentabilité. Concrètement, les gains anticipés de l'implantation d'un système simple de gestion en maintenance préventive peuvent représenter :

- ✓ Une augmentation de 15 à 20 % de la productivité de la main-d'œuvre de maintenance;
- ✓ Une réduction de 25 à 50 % en termes de temps d'arrêt imprévus;
- ✓ Une réduction de 10 % sur les coûts des pièces de rechange;
- ✓ Une diminution des appels de service de l'ordre de 40 à 50 %; et une diminution des heures supplémentaires d'environ 20 à 40 % après installation d'un tel système ;

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

Le nouveau défi consiste donc dans cet environnement à bâtir une fonction maintenance industrielle d'avant-garde. Une production continue, sans bris ou défaillance devient un impératif pour soutenir aujourd'hui des niveaux de productivité élevés et assurer la compétitivité des produits manufacturés sur les marchés internationaux.

Finalement, investir dans la maintenance industrielle comporte une foule d'avantages pratiques, notamment:



- ✓ Une élimination des pannes inattendues;
- ✓ Une prolongation de la vie du matériel;
- ✓ Une réduction du gaspillage des pièces de rechange;
- ✓ Une diminution des arrêts de production;
- ✓ Une durée de réparation réduite;
- ✓ Une baisse des pertes de production ;

4- Modes d'opération et d'organisation renouvelés

Depuis l' 2000, beaucoup de facteurs placent les nouvelles pratiques de maintenance sur le devant de la scène. Mentionnons tout d'abord la complexité croissante des équipements de production et les dangers de leur utilisation. Les transferts technologiques et la difficulté de leur implantation dans les secteurs manufacturiers de pointe en montrent une autre facette.

Ce sont les grandes entreprises qui actuellement investissent le plus dans ce domaine d'activité en pleine évolution. Les PME technologiques, elles aussi, s'engagent de plus en plus dans cette voie de l'avenir.

Dans le monde industriel, six grandes tendances s'affirment, en ce qui concerne la maintenance: ainsi,

- ✓ De plus en plus, les deux piliers de toute exploitation industrielle, la production et la maintenance, sont intimement liés sur le plan organisationnel;
- ✓ La maintenance devient une fonction qui non seulement permet une meilleure disponibilité de l'équipement, mais assure aussi un meilleur maintien de la valeur de l'équipement de fabrication. Une installation, par exemple, dont on double la durée de vie par une bonne maintenance représente un gain plus que substantiel sur le plan du rendement de l'investissement;

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

- ✓ On observe l'intervention commune des ingénieurs et du personnel de maintenance dans la conception et la définition de projets d'installations nouvelles;
- ✓ La polyvalence du personnel de production-maintenance qui est formé de gens capables à la fois de faire fonctionner un système de production et d'être responsables de sa remise en état se manifeste de plus en plus;
- ✓ On assiste à la redécouverte du rôle fondamental des humbles rouages de la maintenance, des inspections de routine, de la lubrification, etc., et, en particulier, du rôle essentiel de l'ordre et de la propreté à la japonaise;
- ✓ La sixième tendance enfin, la moins connue, consiste à voir dans la maintenance un champ privilégié pour la mise en valeur des nouvelles technologies de l'information ;

5- Principaux enjeux

Dans le cadre d'une maintenance renouvelée, plusieurs enjeux importants sont en cause:

Pour le gestionnaire de l'entreprise, ces enjeux consistent surtout à dimensionner la maintenance en fonction de la production à assurer, c'est-à-dire maintenir un outil industriel qui subit à la fois les contraintes de concurrence une accrue et l'obsolescence inhérente au vieillissement et au remplacement par de l'équipement moderne. En définitive, dans la mesure où la qualité du produit final dépend du processus de fabrication, elle devient aussi redevable en grande partie à la machinerie de fabrication utilisée et à son état de fonctionnement.

Pour le personnel de l'usine, la nature des tâches reliées à la production va changer dans l'usine de demain; on ne verra pratiquement plus que du personnel de maintenance et, inévitablement, cela se traduira à la fois par une augmentation du niveau de qualification et de revalorisation de ses tâches.

En somme, l'importance de la maintenance s'accroît à cause d'une foule de facteurs, notamment, ceux reliés à la mécanisation du travail, à l'automation et à la modernisation en général, aux impératifs de cadences et de disponibilité et à la nécessité de fabriquer des produits ayant une qualité élevée.

Figure 1.1 présente la place de la sûreté de fonctionnement dans la qualité

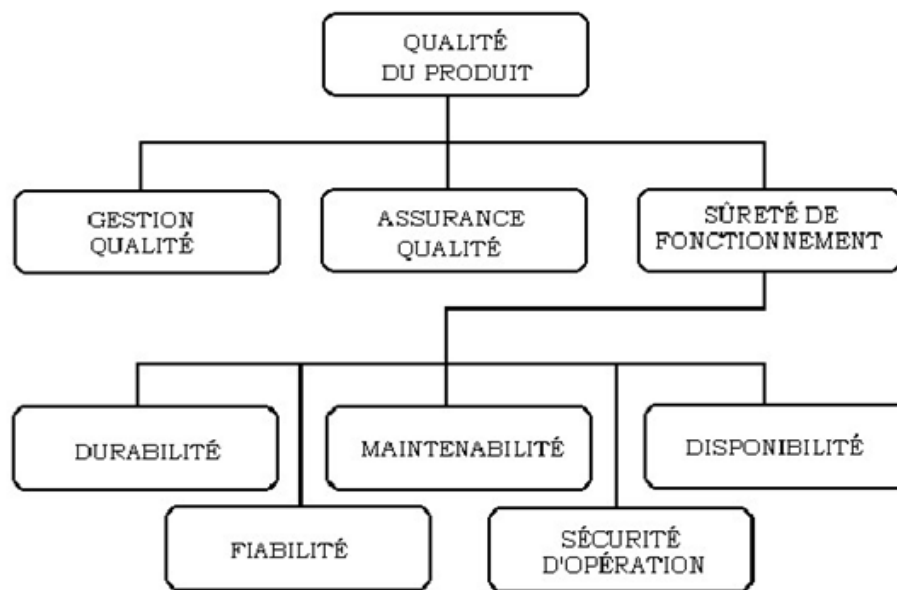


FIGURE 1.1 : Place de la sûreté de fonctionnement dans la qualité [1]

Figure 1.2 présente la disponibilité du matériel selon les points de vue du constructeur et de l'utilisateur

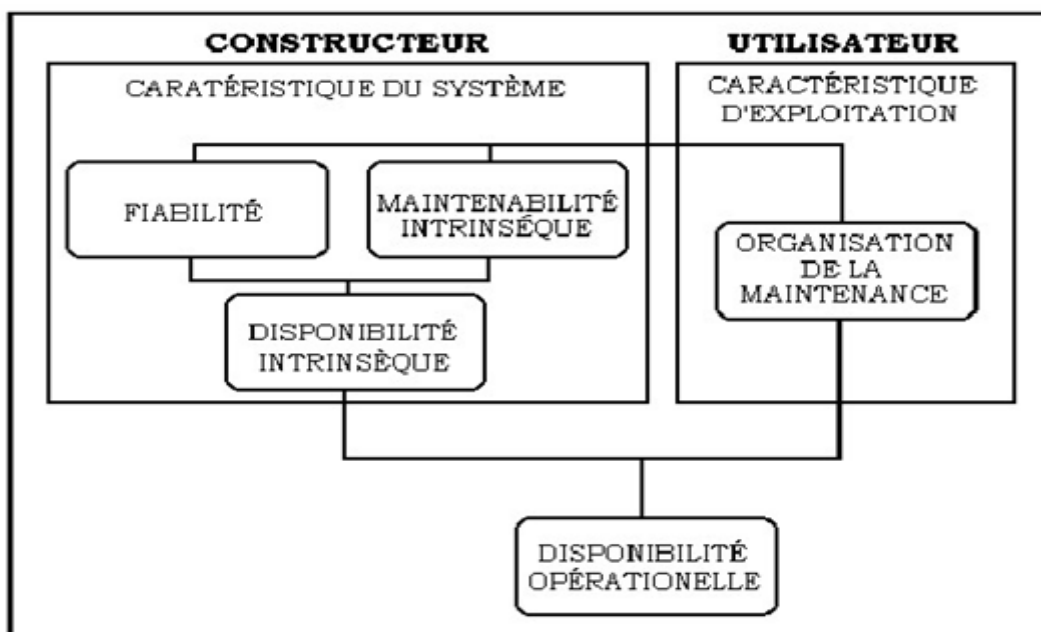


FIGURE 1.2 : Disponibilité du matériel selon les points de vue du constructeur et de l'utilisateur [1]

6- Pratique de maintenance industrielle

Méconnue, sous-estimée voire méprisée, jugée trop coûteuse..., la maintenance prend une importance croissante et se révélera dans les années qui viennent une des fonctions clés de l'entreprise.

7- Définition de la maintenance industrielle

L'évolution de la maintenance se manifeste dans le passage du concept d'entretien à celui de la maintenance. Ce changement d'appellation reflète en fait une lente et longue évolution.

- ✓ Dans un premier temps, l'entretien consistait à prendre soin des différents types de matériel - entretien d'exploitation, comprenant le nettoyage, la lubrification, le graissage -, à attendre la panne pour réparer et changer les pièces - entretien curatif -, à rechercher certains aménagements – entretien d'amélioration (...);
- ✓ Dans un deuxième temps, est venu s'ajouter un entretien préventif de type systématique visant à éviter la panne par des contrôles et des changements de pièces à intervalles réguliers ;
- ✓ Enfin, las de procéder à des changements systématiques de pièces encore en bon état et de devoir périodiquement arrêter la production pour ces interventions, les responsables de ce qui est en train de devenir la maintenance s'orientent désormais vers une maintenance conditionnelle, c'est-à-dire subordonnée à l'apparition d'indicateurs de l'opportunité d'une intervention de maintenance préventive ;

En France, ce passage a été officialisé dès 1981 par l'émission de la norme NFX-60-010 définissant dorénavant la maintenance comme étant « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

Dans la définition générale de la maintenance, ce qu'il faut retenir avant tout, c'est la notion d'état spécifié qui caractérise un matériel; en fait, plusieurs types d'états ou de performances sont à comparer, par exemple:

- ✓ Initial: l'état où importance de la connaissance des conditions de mise en service et de réception;
- ✓ Spécifié ou le service déterminé par l'état utilisateur;

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

- ✓ Déclenchant la mise au rebut ;

Des actions de maintenance doivent, de toute évidence, être mises en place tout au long de la durée de vie d' matériel (équipement). Certaines de ces actions se situent dès la conception du matériel. D'autres sont des actions de surveillance et de suivi ou encore diverses opérations préventives ou correctives.

Une bonne maintenance consiste donc à conserver le potentiel de matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production. Ainsi, sur le plan technique, la maintenance amène un suivi des dégradations du matériel et une remise en état avec un contrôle des performances. Par ailleurs, l'optique sur le plan économique consiste à gérer les coûts de maintenance et de la disponibilité des équipements de fabrication en recherchant les solutions les plus simples. En fin de vie, la maintenance propose d'abord un déclassement du matériel, c'est-à-dire une diminution des performances de l'équipement selon ses possibilités et, enfin, son renouvellement.

Historiquement, la maintenance corrective qui a très longtemps prévalu. Est L'ajout à la maintenance d'échéancier ou calendrier prédéterminé d'interventions ou d'opérations d'entretien vient lui donner graduellement un caractère préventif de nature systématique.

L'augmentation de la fiabilité d'exploitation, la maîtrise totale de la disponibilité de l'équipement et la réduction des coûts de maintenance (notamment dans l'industrie de procédés) sont à la base des modifications subies par les méthodes de maintenance en vigueur.

À l'heure actuelle, les pratiques modernes de maintenance industrielle s'inscrivent à l'intérieur de trois grands concepts: la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité.

Les trois grands concepts de la maintenance tels que définis par l'Association française de normalisation (AFNOR) Norme française AFNOR X 60.001

7-1 Fiabilité

La fiabilité est l'aptitude ou la probabilité d' dispositif à accomplir une fonction requise dans des conditions données et pour une période de temps déterminée.

7-2 Maintenabilité

Dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'un dispositif à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir sa fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits.

7-3 Disponibilité

La disponibilité est l'aptitude à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée.

8- Différentes type de maintenance

L'arbre de la maintenance (voir figure 1.3) comprend deux grands embranchements principaux: la maintenance corrective ou curative et la maintenance préventive qui se subdivise en maintenance systématique et en maintenance conditionnelle ou prédictive.

La maintenance corrective (ou maintenance curative) est effectuée après défaillance du matériel. À celle-ci correspondent deux formes d'intervention: le dépannage et la réparation après panne.

- ✓ Par dépannage, on entend généralement une intervention de type provisoire, le plus souvent immédiate, rendue nécessaire soit par l'absence de pièces de rechange, soit pour préparer le terrain avant la réparation définitive. Ce type de pratique est fréquent en période de mise au point et de rodage de machine ou d'un procédé de fabrication ou, au contraire, en fin de vie d'un matériel ;
- ✓ La réparation, c'est le but ultime de la maintenance et, par la même occasion, est là où se situe le plus fort pourcentage des activités qui y sont liées.

Cette première forme de maintenance permet d'introduire un certain nombre d'améliorations visant:

- ✓ La suppression ou la diminution des pannes ou d'anomalies;
- ✓ L'augmentation de la durée de vie des organes de la machine;
- ✓ La réduction de la consommation (de lubrifiants, par exemple);
- ✓ La standardisation des composants;
- ✓ L'amélioration de la maintenabilité ;

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

L'autre embranchement, la maintenance préventive, fait appel à des critères prédéterminés, dans le but de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d' service rendu par un équipement de fabrication. Dans le cadre de la maintenance préventive, on peut opérer:

- ✓ Selon un échéancier relativement fixe: c' la maintenance systématique;
- ✓ En fonction d'un événement défini préalablement et révélateur de l'état de dégradation d'équipement (grâce à l'information d'un capteur, la mesure d'une usure...): il s'agit alors de maintenance conditionnelle (ou prédictive) ;

Dans la maintenance préventive, on retrouve habituellement l'ensemble des opérations suivantes :

- ✓ Les opérations de surveillance: rondes sur les matériels en fonctionnement, interventions de petites pannes, interventions de premier niveau; cette pratique est pertinente pour tous les matériels automatisés ou stratégiques dans le procédé de fabrication;
- ✓ Les visites périodiques: si l'ignore les durées de vie des pièces et on composantes de l'équipement, ces visites imposent très souvent des travaux de maintenance décidés sur-le-champ, parce qu' sont urgents ou planifiés ;

Cette pratique s'applique aux matériels arrivés à maturité, accessibles ou placés en redondance dans le procédé de production, et pour lesquels le diagnostic et le délai d'obtention des pièces de rechange peuvent être rapides.

- ✓ La maintenance systématique: lorsque les durées de vie des différents sous- ensembles et composantes de l'équipement sont bien connues, quand ces matériels sont soumis à des normes strictes (les appareils sous pression, les ascenseurs, etc.) ou lorsque le coût d'immobilisation peut être diminué, en procédant à des échanges standards de sous-ensembles;
- ✓ La maintenance conditionnelle: pour le même équipement que ci-dessus, mais lorsque les causes et les modes de ses défaillances sont suffisamment bien connus et que l' sait corréler leur apparition avec un phénomène physique ;

Figure 1.3 représente les différents types de maintenance

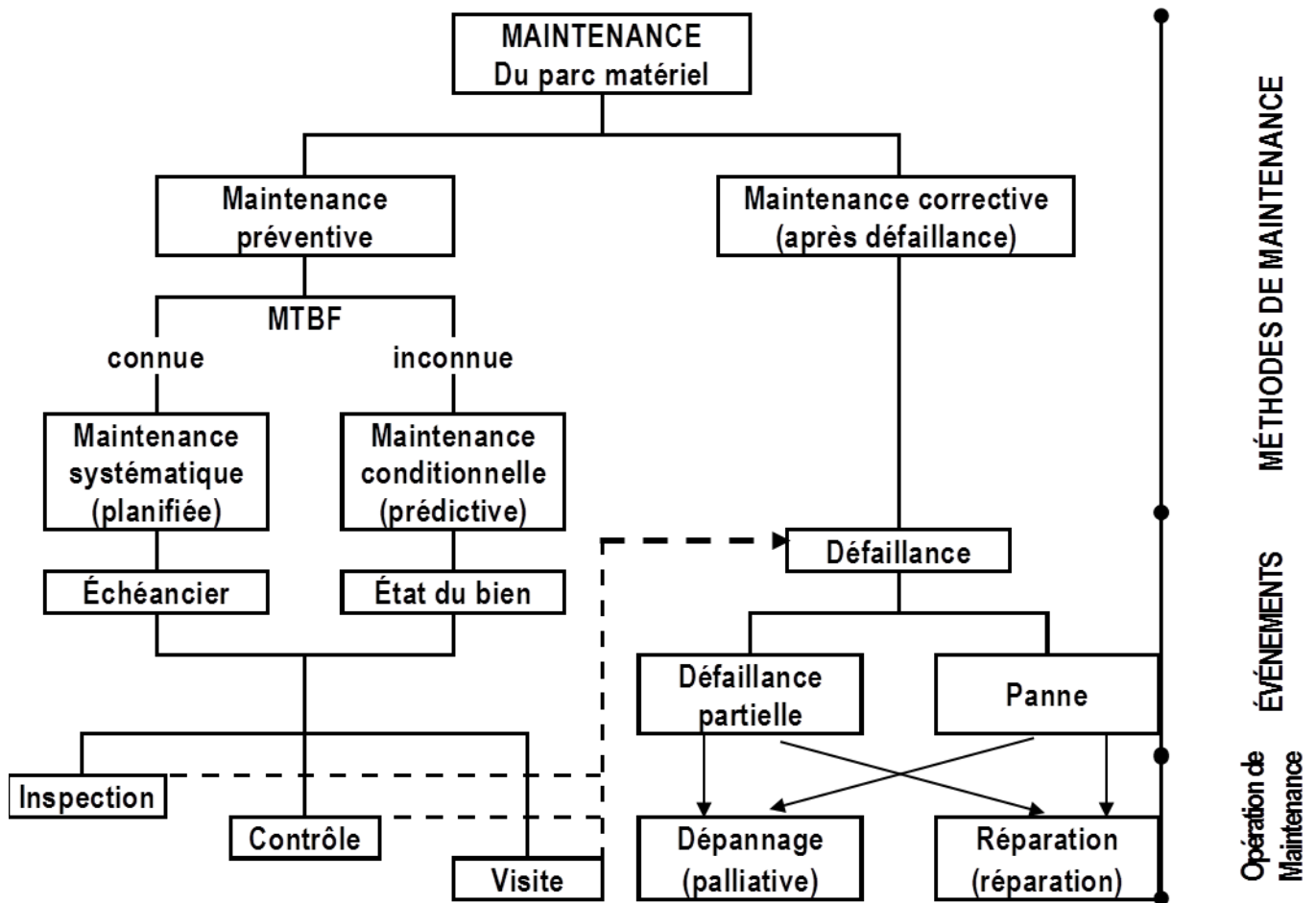


Figure 1.3 : Différentes type de maintenance [1]

9- Niveaux de maintenance

Un bon management de la maintenance consiste à faire fonctionner l'entreprise avec un objectif de production sans bris ni défaillance. Les gens de la maintenance doivent donc offrir dans ce cadre un certain nombre de prestations de travail précises.

Par définition, une prestation de maintenance peut comprendre:

- ✓ L'exécution d'une ou de plusieurs opérations de maintenance préventive ou corrective;
- ✓ L'exécution de l'ensemble des opérations de maintenance nécessaires sur un bien donné, pendant une période donnée;

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

- ✓ La classification à cinq niveaux de prestations de maintenance permet de déterminer précisément les actions à mettre en branle à chacun de ces niveaux, c'est-à-dire:
- La nature des opérations de maintenance;
 - Le niveau d'intervention nécessaire;
 - Les gammes de travaux à effectuer;
 - Les qualifications professionnelles requises;
 - Le volume d'heures, la durée des travaux prévus ;

Les cinq niveaux de maintenance sont :

1^{er} Niveau

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement, ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.

2^{ème} Niveau

Dépannages par échanges-standard d'éléments prévus à cet effet, ou d'opérations mineures de maintenance préventive (rondes).

3^{ème} Niveau

Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineures.

4^{ème} Niveau

Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.

5^{ème} Niveau

Travaux de rénovation, de construction ou réparations importantes confiées à un atelier central.

10- Fonction maintenance

Une fonction d'entreprise est un ensemble de tâches de nature homogène, tournées vers des objectifs communs et concurrents avec d'autres fonctions reliées aux finalités globales de l'entreprise.

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

Aujourd'hui, la fonction « maintenance » recouvre un ensemble de tâches que l' peut regrouper en deux sous-ensembles: les tâches à dominante technique et les tâches à dominante gestion.

Les tâches à dominante technique comprennent notamment:

- ✓ La prévention;
- ✓ Le diagnostic (le plus souvent de panne, mais aussi d'état);
- ✓ De dépannage et la remise en route;
- ✓ La réparation des pièces;
- ✓ Les études et méthodes (c.-à-d. les façons de procéder) ;

Les tâches à dominante gestion portent sur:

- ✓ La gestion de l'information et de la documentation;
- ✓ La gestion des ressources humaines;
- ✓ La gestion du parc et des pièces;
- ✓ La gestion des interventions;
- ✓ La gestion des budgets ;

Dans son ensemble, la fonction « maintenance » recouvre plusieurs objectifs:

- ✓ Contribuer à assurer la production prévue;
- ✓ Contribuer à maintenir la qualité du produit fabriqué;
- ✓ Contribuer au respect des délais;
- ✓ Rechercher les coûts d'exploitation les plus avantageux;
- ✓ Respecter les objectifs humains: conditions de travail et de sécurité;
- ✓ Préserver l'environnement ;

Les groupes d'intervenants susceptibles d'assumer, en tout ou en partie, la fonction maintenance peuvent être:

- ✓ le service entretien-maintenance propre à l'entreprise;
- ✓ le service après-vente des fournisseurs;
- ✓ la sous-traitance spécialisée ou non en maintenance ;

Chapitre 1 : Gestion de maintenance industrielle

Les méthodes et la gestion de la maintenance d'avant-garde tendent à constituer un département « maintenance » autour de trois grandes fonctions:

Première fonction: le « cerveau »: un bureau technique chargé de la gestion, de la définition des méthodes de la documentation technique, des études de diagnostic et du suivi des opérations.

Deuxième fonction: les « bras »: l'entretien proprement dit, responsable des opérations sur le site.

Troisième fonction: l'«estomac »: la logistique, responsable des ateliers et magasins, qui fournit à l'entreprise les matériels et les produits dont elle a besoin.

Le cadre opérationnel de la fonction « maintenance » est finalement structurée et articulé en tenant compte des trois grandes considérations suivantes:

- ✓ Les modes de gestion de la maintenance (par exemple, la planification des opérations reliées aux pannes et à leur degré d'urgence);
- ✓ Les méthodes de maintenance (une maintenance corrective ou préventive à caractère systématique ou conditionnel);
- ✓ Les outils et techniques de maintenance disponibles (l'utilisation de capteurs, de logiciels...);

11- Nouvelle démarche maintenance

De façon générale, la démarche qui se développe dans le monde industriel consiste à appliquer des méthodes de maintenance dites amélioratrices.

Pour l'essentiel, cette démarche vise à repérer l'équipement qui cause le plus d'indisponibilités et à trouver un remède à la situation, que ce soit en réduisant la fréquence des avaries ou la durée du temps d'intervention. Dans la recherche de solutions, elle demande habituellement la contribution des meilleures « têtes » du service de la maintenance. Enfin, elle mise sur l'emploi de logiciels spécialisés en maintenance pour faciliter la gestion des travaux, la gestion des pièces détachées et la tenue à jour d'une documentation technique.

12- Méthode japonaise (TPM)

La maintenance totale productive (TPM) devient de plus en plus la base d'analyse et d'amélioration de la démarche maintenance au sein de l'entreprise manufacturière performante d'aujourd'hui et de demain. Créée officiellement en 1971 au Japon, la (TPM) est un outil performant de la qualité totale. L'objectif de la (maintenance totale productive) est la suivante: Améliorer les résultats de l'entreprise tout en responsabilisant et en motivant l'ensemble du personnel.

Selon la définition japonaise de ce concept, la (TPM) est un système global de maintenance productive dont le but est de réaliser le rendement maximum. Elle optimise la notion de durée de vie totale/coût des installations en incluant l'ensemble des services de l'entreprise et plus particulièrement des sections études, maintenance et production. De même, elle fait appel aux cercles pour une meilleure mobilisation sur le terrain. Les niveaux hiérarchiques supérieurs se doivent d'être totalement impliqués dans un tel projet.

La méthode japonaise (TPM) distingue six sources essentielles de diminution du rendement des installations industrielles:

- ✓ les pannes;
- ✓ les changements d'outils, préparations et réglages;
- ✓ les marches à vide et petits arrêts pour micro-défaillances;
- ✓ les diminutions d'allure;
- ✓ les défauts;
- ✓ les pertes au démarrage ;

Le taux de rendement global de l'installation dépend de l'importance de ces sources de pertes. Regroupées deux par deux, celles-ci constituent les diverses normes de pertes de production: par arrêts, par ralentissements et par défauts.

Au Japon, ces six causes majeures expliquent environ 50 % des pertes de production, du moins avant les améliorations résultant de la méthode (TPM)

En bref, l'implantation de la (TPM) introduit dans l'entreprise une démarche globale production-maintenance qui corrige par des améliorations successives la non-efficacité de l'équipement et accroît sa disponibilité opérationnelle.

13- Conclusion

Les entreprises manufacturières ont beaucoup à gagner dans la modernisation de la fonction maintenance, par une disponibilité des équipements, économie d'entretien et efficacité industrielle.

Avec l'automatisation à grande échelle et l'arrivée en force du juste-à-temps, l'heure du zéro-panne, ou plutôt du zéro-arrêt a sonné. L'impératif pour les biens de production, c'est la sûreté de fonctionnement ou la pleine disponibilité des équipements.

1- Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des principaux engins de terrassement. Ce matériel est d'une grande importance dans le domaine des travaux publics ; il assure différentes activités au niveau des chantiers tels que le chargement, le transport et la mise en œuvre.

2- Chargeuse

Cet engin est équipé d'une benne de grande taille à l'avant. Il peut effectuer un mouvement vertical et pivoter autour de son axe porteur. Un moteur puissant, permet la pratique de tous types de terrain suffisamment durs et une poussée importante vers l'avant. Très largement utilisé dans les chantiers de terrassement, il permet, outre le chargement des camions, de créer, modifier, et déplacer de manière rapide des tas de terres excavées. Il existe des chargeuses à chaîne et autres sur pneus. Le choix entre eux est par rapport au terrain.



Figure 2.1 : Chargeuses

3- Décapeuse ou scraper

La décapeuse est généralement utilisée pour l'arrachement des sols. Cet engin possède une benne avec tiroir éjecteur pouvant se surbaissier et qui, par l'effet du déplacement de la machine, permet d'extraire les matériaux. Ceux-ci seront ensuite transportés sur le lieu de déchargement pour finalement y être répandus en couches.



Figure 2.2: Scraper

Ces engins travaillent généralement en duo car ils sont poussés (un tampon se trouve à l'arrière) par un bulldozer équipé d'une lame spéciale dite « poussé »

4- Fraiseuse routière

Une fraiseuse routière ou fraiseuse à froid est un engin de génie civil. Elle est équipée de roues ou de trains à chenilles réglables individuellement en hauteur pour obtenir une position horizontale. Un tambour de fraisage tournant en sens inverse de l'avance de la machine muni de pics en métal dur qui servent à enlever et concasser des revêtements de chaussée. Une bande de déversement assure l'enlèvement. La roue d'appui est repliable, à réglage hydraulique. La largeur de travail maximale est de 4 m pour les machines les plus puissantes.



Figure 2.3: Fraiseuse

5- Camion à benne

Le camion à benne basculante est utilisé généralement pour le transport de matériaux en vrac tel que du sable ou du gravier. Un camion à benne basculante est ordinairement équipé d'un vérin hydraulique qui soulève la benne à la demande, que le camion soit immobilisé ou en déplacement. On distingue :

5.1. Dumper rigide : camion avec châssis monobloc



Figure 2.4: Dumper rigide

5.2. Tombereaux articulé : camion avec châssis articulé



Figure 2.5: Tombereaux articulé

6- Bulldozer

Le bulldozer est un tracteur à chenilles muni d'une lame portée par deux bras articulés. Un mécanisme hydraulique permet de rabaisser ou de relever la lame. Si la lame est en position basse, l'engin fait un terrassement par raclage avec une profondeur de coupe de 20 à 30

centimètres. En mettant la lame en position intermédiaire, on peut régler des tas de déblais en couches d'épaisseur de 20 à 30 centimètres également. La position haute est une position de transport. Généralement, les bulldozers sont équipés d'un dispositif de ripage monté à l'arrière de la machine dit ripper. Il peut être à dent unique ou à plusieurs dents.



Figure 2.6: Bulldozer

7- Pelle hydraulique sur chenille

Engins sur chenilles qui sont, de plus en plus le matériel de base des entreprises par leur capacité à extraire, charger, manutentionner tous types de matériaux. De plus les pelles hydrauliques sont maintenant de vrais outils polyvalents qui peuvent recevoir de nombreux équipements capables de s'adapter à toutes les demandes des travaux publics.

Principales familles de pelles hydrauliques :

7.1. Pelles en rétro

C'est le matériel le plus rencontré sur les chantiers. Le godet se charge en le ramenant vers la pelle (rétro). La meilleure utilisation en extraction et chargement est de travailler au-dessous de ses chaînes pour permettre une bonne visibilité et un bon remplissage du godet.



Figure 2.7: Pelles en rétro

8- Compacteur

Les compacteurs sont destinés à augmenter la densité en place des sols pour réduire la perméabilité des sols, améliorer leur stabilité en remblais, éviter une trop grande déformation des sols et assurer une meilleure longévité des surfaces de roulement on distingue :

8. 1. Compacteur statique

Avec roulement sur pneumatiques pour compactage des enduits de surface, couches minces granuleuses, enduits, finition de mélanges bitumineux.



Figure 2.8: Compacteur sur pneumatiques

8. 2. Compacteurs vibrants

Avec rouleaux tandem vibrants pour compactage de surface des couches granuleuses et compactage de base des couches bitumineuses.



Figure 2.9: Compacteur vibrant à double cylindre

9- Finisseur

Le finisseur est une machine assez lente, qui avance à environ 300 m/h. Cela s'explique par le fait qu'elle assure, en un seul passage sur la zone de travail, la mise en œuvre complète des enrobés : épandage, nivellement, lissage et pré compactage. Le finisseur reçoit les enrobés dans une trémie, à l'aide d'un camion benne, puis les répand en couche uniforme.



Figure 2.10: finisseur

10- Niveleuse

Une niveleuse est un engin de terrassement constitué essentiellement de six roues, d'une lame de grande largeur qui permet de régler les différentes couches de chaussée.

La lame peut se régler depuis la cabine de pilotage avec des angles allant pratiquement de 0° à 90°, de plus les roues avant s'inclinent d'environ 18° sur le côté droit ou gauche pour installer des forces d'opposition à l'action de la lame.



Figure 2.11: Niveleuse

Chapitre 2 : Matériel de travaux publics

Le tableau 2.1 représente les caractéristiques de quelque types des niveleuses ;

Type de niveleuse	Puissance en KW	Nbr de chevaux	Poids en ordre de marche KG
Cat 12 G	101	135	13100
Cat 14 G	112	150	18100
Cat 16 G	186	250	24100
Cat 120 G	93	125	11200
Cat 130 G	101	135	12300
Cat 140 G	112	150	1340
Cat 140 H	153	208	15500
F 156-6 O&K	118	175	14500
G 940 Volvo	160	180	16000
856 C Case	142	190	6000

Le tableau 2.1 : Caractéristiques de quelque type des niveleuses

La figure 2.12 représente la niveleuse O&K type F 156-6



Figure 2.12 : Niveleuse O&K

La figure 2.13 représente la niveleuse Volvo type G 940



Figure 2.13 : Niveleuse Volvo

La figure 2.14 représente la niveleuse CAT type 140M



Figure 2.14 : Niveleuse CAT 140M

La figure 2.13 représente la niveleuse Case type 856 C



Figure 2.15 : Niveleuse Case

11- Conclusion

L'intérêt de nivellement est d'importance capital pour les couches de base et des corps de chaussées ainsi que les plateformes.

La niveleuse est irremplaçable au milieu de travaux de terrassement. Elle contient tous les éléments qui aident à faire tous ses services d'une manière facile et souple.

1- Introduction

La préparation du sol, demande l'utilisation de la niveleuse. Elle permet le réglage des surfaces et des pentes très précises. Sa construction aide à la mettre en plusieurs positions de travail.

Ce chapitre est consacré à la présentation de la niveleuse 140 H construite par CAT.

2- Poste de conduite

Le poste de conduite est bien équipé, confortable avec la facilité de l'utilisation

2.1. Vision claire

La vision très claire avec trois rétroviseurs, dont un au milieu.



Figure 3.1 : vision claire [2]

2.2. Siège

Le siège réglable fournit un maximum de confort à l'opérateur.

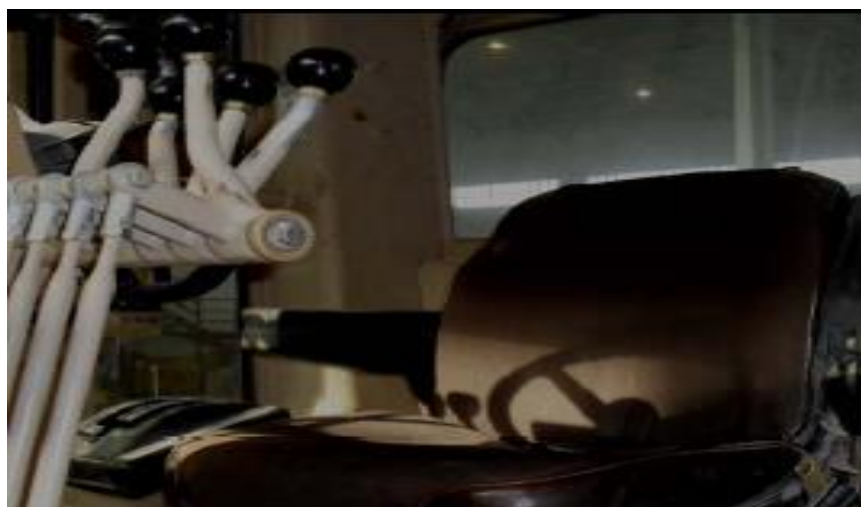


Figure 3.2: Siège [2]

2.3. Sélecteur de vitesse et frein de stationnement.

Le sélecteur à trois positions :

- 1- Position frein parking
- 2- Position de vitesse marche avant (huit vitesses)
- 3- Position de vitesse marche arrière (six vitesses)

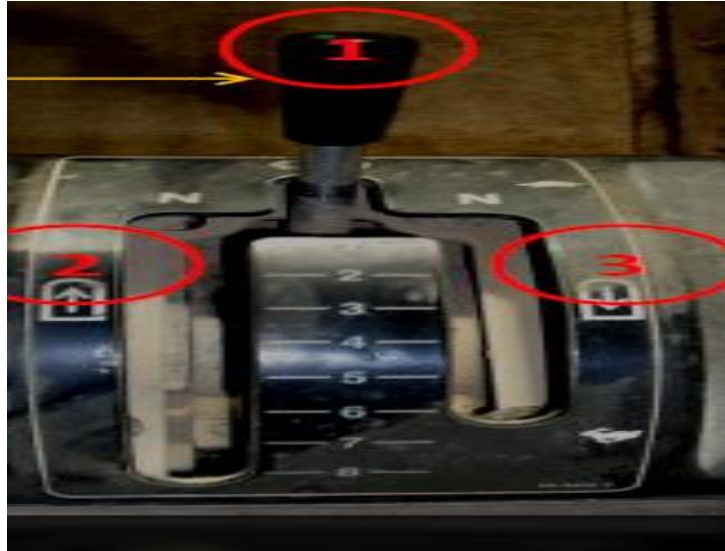


Figure 3.3 : Sélecteur de vitesse et frein stationnement [2]

2. 4. Composants du poste de commande.

La partie gauche contient cinq leviers :

- 1- Commande ripper (si équiper).
- 2- Commande tip de lame
- 3- Commande levage lame gauche
- 4- Commande coulissement de lame
- 5- Commande rotation du cercle



Figure 3.4 : Composants du poste de commande (partie gauche) [2]

2.5. Tableau de bord

- 1- Tableau de bord
- 2- Indicateur Température de liquide de refroidissement moteur
- 3- Indicateur Niveau d'articulation
- 4- Indicateur Pression huile moteur
- 5- Indicateur Tension des batteries
- 6- Manomètre Pression d'air
- 7- Manomètre Pression d'air
- 8- EMS module électronique de surveillance



Figure 3.5 : Tableau de bord [2]

- 1- Levier de vitesses et frein de stationnement
- 2- Interrupteur de mode manuel ou automatique de la transmission
- 3- Interrupteur de déverrouillage déport du cercle
- 4- Interrupteur de préchauffage moteur
- 5- Contacteur de démarrage
- 6- Commandes chauffage et climatisation
- 7- Allume cigarette



Figure 3.6 : tableau de bord [2]

3- Lame

La lame est l'équipement le plus essentiel dans la niveleuse puisqu'elle est responsable de toutes les opérations comme la finition de terre, et la mettre en plusieurs positions à l'aide des vérins raccordés à la lame.

4- Vérins et moteur hydraulique dans la 140H

La niveleuse CAT 140H possède un ensemble des vérins et moteurs hydraulique, pour répondre à la différente exigence de travail.

La figure ci-dessous présente les positions des vérins et moteur hydraulique.

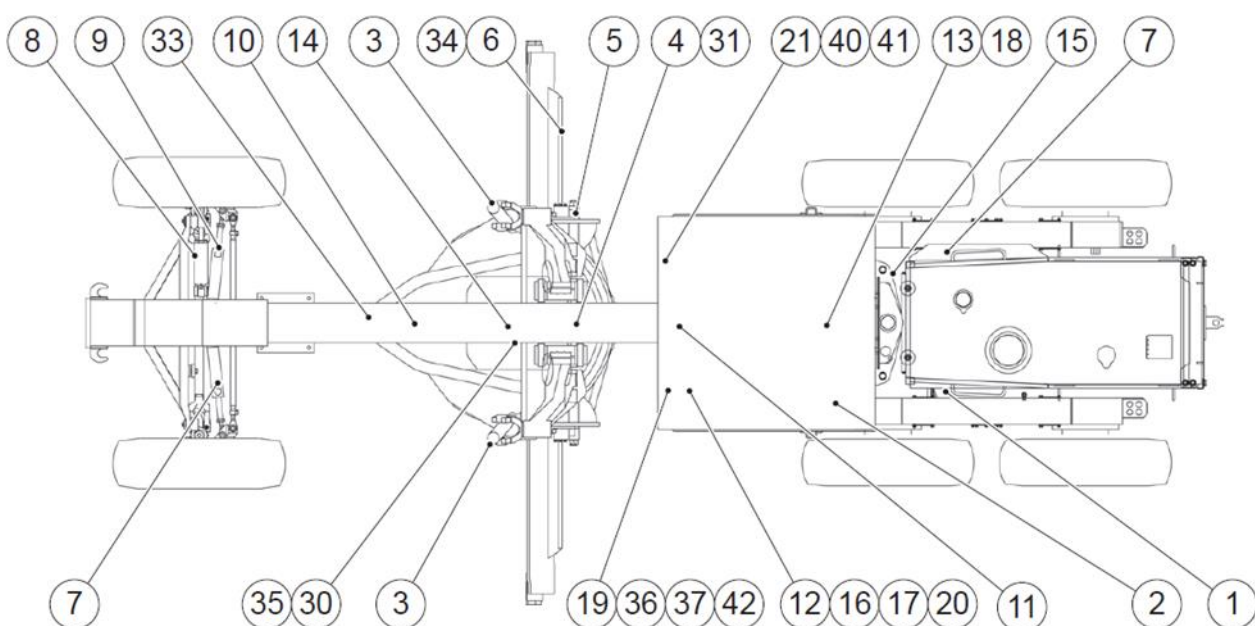


Figure 3.7 : Vérins et moteur hydraulique dans la 140H [2]

- 1- Vérin d'articulation de l'engin
- 7- Vérin de braquage de roue gauche
- 9- Vérin de braquage de roue droite
- 8- Vérin d'inclinaison des roues à 18° à gauche et à droite
- 3- Vérins de levage de lame
- 5- Vérin de déplacement latéral de lame
- 4- Moteur hydraulique pour faire tourner la lame à 90° sur les deux cotés
- 30- Moteur qui fait tourner la lame
- 6- lame

4.1. Vérin

C'est un récepteur pour mouvement de translation. Il transfère l'énergie hydraulique en énergie mécanique. Il permet de développer un effort très important avec une vitesse très précise. Tous les vérins de cette niveleuse sont à double effet.

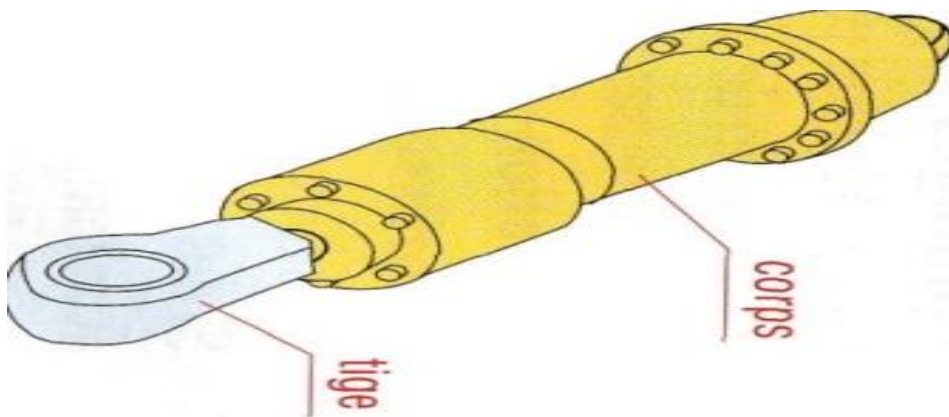


Figure 3.8 : Vérin hydraulique [2]

Utilisation :

Les vérins de cette niveleuse servent à mettre la lame en plusieurs positions, braquer et incliner les roues avant, et d'articuler le châssis de la niveleuse.

4.2. Moteur hydraulique

Un moteur hydraulique est un récepteur pour mouvement de rotation, il transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique.

5- Moteur

Le diesel 3306 Cat mérite bien sa réputation de moteur performant, fiable et durable. Equipé d'un turbocompresseur, ce moteur possède un coefficient cylindrée/puissance très favorable. La forte cylindrée procure une capacité de surcharge accrue, diminue les contraintes internes et prolonge la durée de service des organes.

5-1 Rendement énergétique

Les pressions d'injection élevées garantissent un mélange air/carburant optimal.

Combinées au dosage et au calage précis de l'injection, ces pressions élevées augmentent le rendement énergétique tout en réduisant les émissions à l'échappement. Le taux de compression élevé assure des démarrages à froid au quart de tour, ainsi que de faibles émissions.

5-2 Gestion de la puissance du moteur

Permettant d'obtenir une puissance nette de 138 kW (187,5 ch) dans les rapports 4 à 8 en marche AV. Dans les rapports inférieurs, dans lesquels l'effort de traction est réduit, la puissance du moteur est automatiquement limitée à 123 kW (167 ch). But recherché: diminuer la consommation de carburant, réduire le patinage des roues et l'usure des pneus dans les rapports inférieurs.

✓ Puissances pour rapports 1 à 3 en marche AV et 1 à 2 en marche AR

Puissances à 1900 tr/mn	KW	CH
Puissance brute	122	166
Puissance nette	123	167

✓ Puissances dans les rapports 4 à 8 en marche AV et 3 à 6 en marche AR

Puissances à 1900 tr/mn	KW	CH
Puissance brute	148	201
Puissance nette	138	187.5

✓ Dimensions

Alésage	121 mm
Course	152 mm
Cylindrée	0.00143 m ³

5-3 Caractéristiques

- ✓ Circuit de carburant à injection directe avec pompes et injecteurs individuels indéréglables ;
- ✓ Pistons en alliage d'aluminium à 3 segments ;
- ✓ Soupapes d'admission en acier au chrome-silicone résistant aux températures élevées et soupapes d'échappement à portée stellitée ;
- ✓ Bielles en acier forgé ;
- ✓ Culasse d'une seule pièce avec collecteur d'admission intégré ;
- ✓ Bloc moteur moulé avec chemises humides remplaçables ;
- ✓ Vilebrequin forgé trempé par induction ;
- ✓ Démarrage électrique direct et circuit de charge 24V ;
- ✓ Deux batteries 12V sans entretien, 100 Ah, énergie au démarrage à froid de 750 A ;
- ✓ Alternateur 35 A ;
- ✓ Refroidisseur d'huile de type à tubes, refroidi par eau ;
- ✓ Radiateur de type à tubes, à circulation verticale, ailettes en acier ;
- ✓ Filtre à air à joint radial de type à sec, avec éléments primaire et de sécurité ;
- ✓ Moteur monté sur silentblocs sur le châssis arrière ;

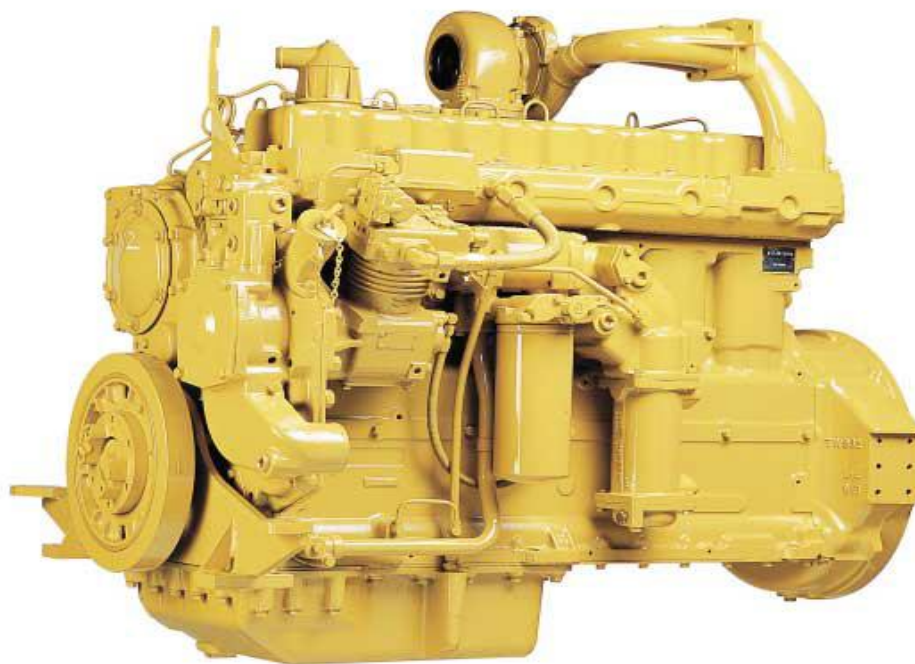


Figure 3.9 : Moteur diesel 3306 [2]

6- Boîte de vitesses power shift

Caterpillar conçoit et construit des boîtes de vitesses destinées spécialement aux Niveleuses Cat. Ces boîtes autorisent des changements de vitesse et de sens de marche sous pleine charge; elles comportent en outre une vitesse extra-lente.

6-1 Changements de vitesse

Vaste plage de travail grâce à huit vitesses avant et six vitesses arrière. Avec quatre rapports en dessous d'une vitesse de 10 km/h, le conducteur est en mesure d'adapter la vitesse de travail avec précision aux conditions du chantier pour un maximum de productivité dans les applications de terrassement.

6-2 Commande de boîte électronique

Garantissant des passages de vitesse faciles, en douceur, permettant au conducteur d'obtenir des surfaces uniformes même s'il doit changer de rapport. De plus, les changements de vitesse en douceur prolongent la durée de vie de la boîte en ménageant les embrayages. Un levier unique commande le sens de marche, la vitesse et le frein de stationnement.

6-3 Vitesse extra-lente

La pédale d'approche particulièrement douce et d'une excellente modulation procure un contrôle précis des mouvements de la machine. Cette caractéristique est particulièrement importante pour le réglage fin ou les travaux en espace restreint lorsque la maîtrise de la machine est un facteur important.

6-4 Vitesses de translation maxi au régime nominal avec pneus 14.00-24

Tableau 3.1 représente les vitesses de translation maxi au régime nominal avec pneus 14.00-24.

Tableau 3.1

Marche AV	M/min	Marche AR	M/min
1	58.33	1	46.64
2	80	2	86.63
3	116.62	3	126.61
4	160	4	198.25
5	251.56	5	371.51
6	351.53	6	539.78
7	471.47		
8	684.72		

6-5 Caractéristiques

- ✓ Commande de vitesse électronique ;
- ✓ Protection électronique contre le surrégime ;
- ✓ Levier unique commandant le sens de marche, la vitesse et le frein de stationnement ;
- ✓ Pédale pour vitesse ultra-lente ;
- ✓ Levier de boîte et pédale de vitesse ultra-lente ne requérant que peu d'effort ;
- ✓ Interventions sur le frein de stationnement sans dépose de la boîte ;
- ✓ Prise de diagnostic pour un dépannage rapide ;
- ✓ Boîte montée sur silentblochs.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES



Figure 3.10 : Boîte de vitesses power shift [2]

7- Freins à disques humides

Caterpillar conçoit et construit des freins multidisques qui sont parfaitement étanches et indéréglables. Ces freins à bain d'huile sont serrés pneumatiquement et desserrés par ressorts. Ils sont incorporés dans chaque roue tandem pour éviter que les contraintes dues au freinage ne soient transmises à la chaîne cinématique et pour accélérer l'entretien. La grande surface de freinage est garante d'une puissance de freinage sûre et d'une longue durée de service avant rénovation.

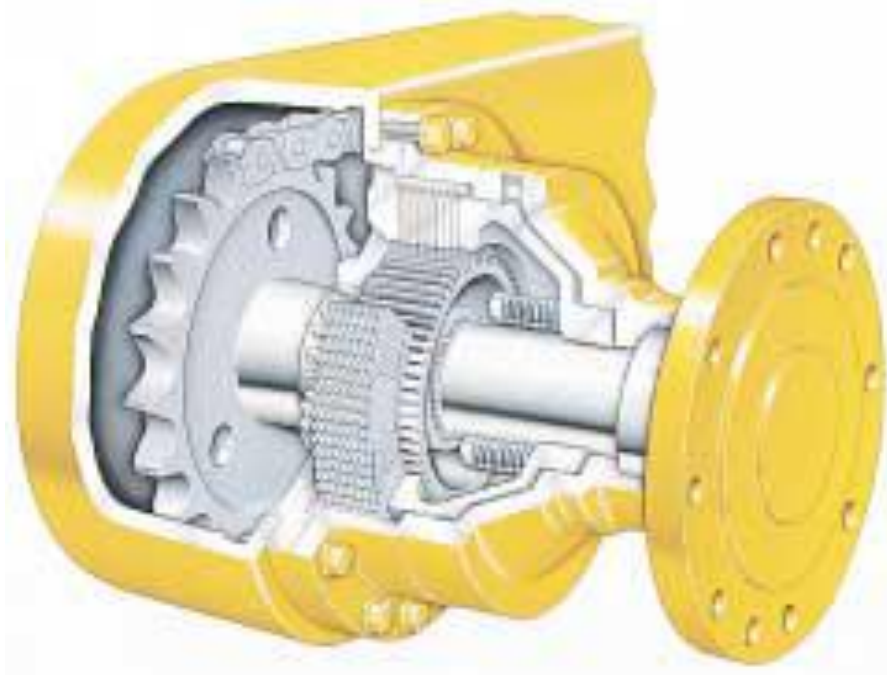


Figure 3.11 : Freins à disques humides [2]

7- Conclusion

Tous les systèmes de transmission, de direction et de contrôle composant ces engins de travaux publics sont commandés hydrauliquement. D'où l'utilité de l'étude de la commande hydraulique de la niveleuse 140 H Caterpillar nouvellement acquise par l'entreprise.

1- Introduction

Le système hydraulique des engins est très compliqué ; ce qui rend le diagnostic très complexe. D'où l'intérêt de connaître les comportements des organes et leurs fonctionnements.

Ce chapitre est consacré à l'étude de la commande hydraulique de transmission de la niveleuse Caterpillar 140 H.

2- Chaîne cinématique

La puissance du moteur est transmise directement à la boîte de vitesses. Lorsque la commande de modulateur de transmission est libérée, l'énergie est transférée à l'arbre d'entraînement qui transmet la puissance à partir de la sortie de la transmission au différentiel et l'engrenage conique. Ensuite le mouvement est transmis à la réduction final par les demis arbres et finalement au moyeu des roues par des chaînes de transmission.

La figure 4.1 montre une vue claire et détaillée du système de transmission.

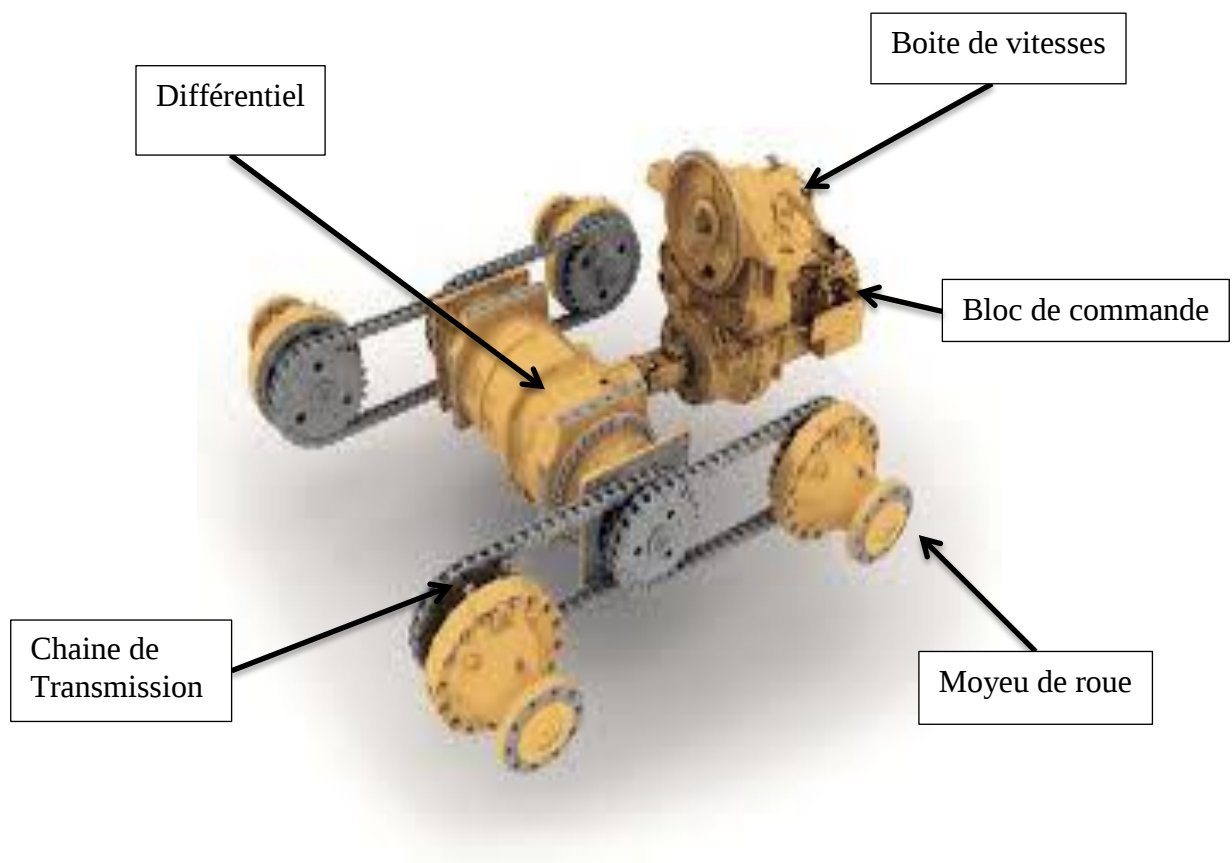


Figure 4.1: Chaîne cinématique de transmission [2]

3- Circuit hydraulique de transmission

Le circuit hydraulique est le chemin d'huile qui prend son début du réservoir jusqu'au récepteur hydraulique comme le moteur et le vérin hydraulique. La pompe donne un certain débit qui passe par des organes de sécurité afin d'éviter les catastrophes causées par les surpressions.

Ce circuit est responsable du déplacement de l'engin. Il se compose d'une pompe, d'un distributeur (bloc de commande) et d'une boîte de vitesses hydraulique.

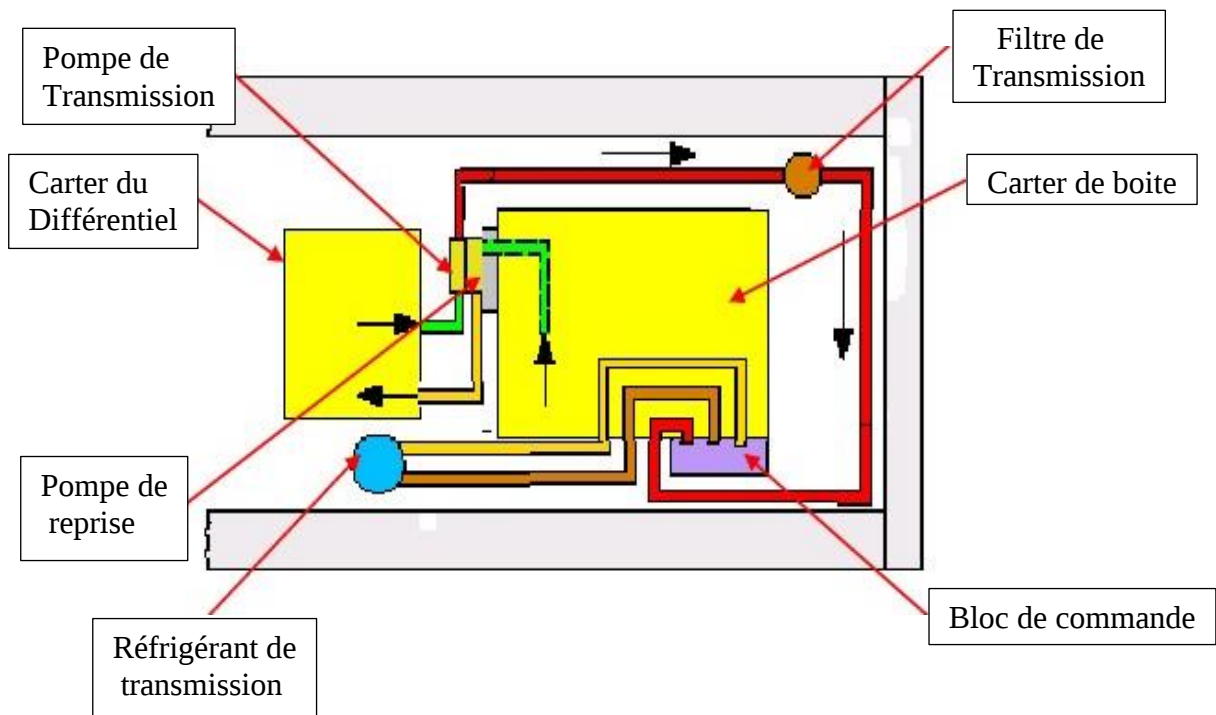


Figure 4.2 : Circuit hydraulique de transmission [2]

4- Pompe de transmission

C'est une pompe à engrenage à double corps. Chaque corps est constitué de deux engrenages tournant à l'intérieur. Le principe consiste à aspirer le liquide dans l'espace compris entre deux dents consécutives et à le faire passer vers la section de refoulement.

4.1 Description (voir figure 4.7)

La pompe à huile (11) tourne à la même vitesse que l'arbre d'entrée. Elle est constituée de la pompe de récupération (12) et la pompe de charge (13).

La pompe de récupération d'huile (12) transfère l'huile de carter de la boîte (28) vers le carter de différentiel (29).

La pompe de charge (13) transfère l'huile du carter du différentiel (29) vers le filtre de transmission (10). La pompe fournit de l'huile à un débit de 105 l / min à 2000 rpm.

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

4.2 Caractéristiques de la pompe de transmission

Le tableau 4.1 représente les caractéristiques techniques de la pompe de transmission.

Tableau 4.1 : caractéristiques techniques de la pompe

Pompe	Sortie minimale L/min	Vitesse de rotation rpm	Pression Kpa
Pompe de charge	94	1800	3100
Pompe de récupération	128	1800	70

La figure 4.3 illustre la pompe de transmission.

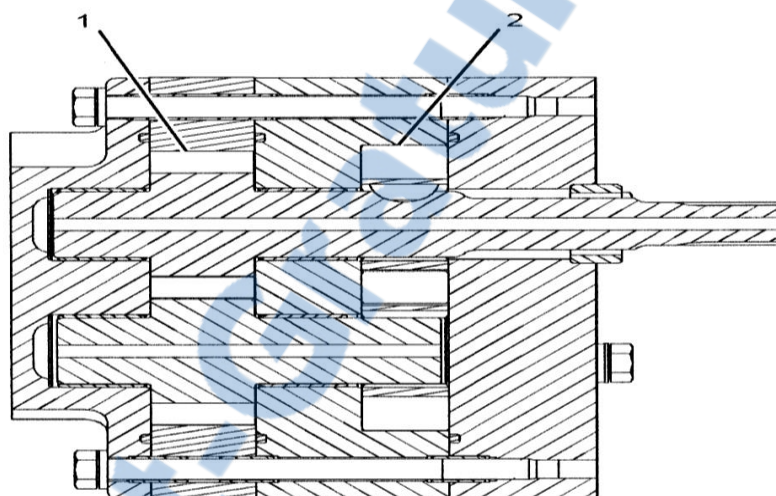


Figure 4.3 : Pompe de transmission [5]

5- Filtre de transmission

Il sert à filtrer l'huile pour protéger les organes du circuit de transmission. Lorsqu'il y a un colmatage du filtre, le by pass s'ouvre pour que l'huile passe directement afin que les organes ne s'usent pas et d'avoir un temps avant l'intervention.

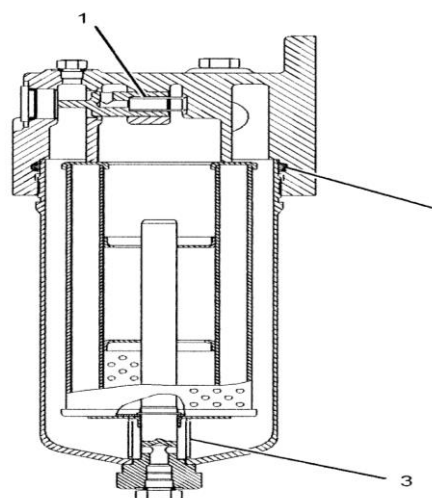


Figure 4.4 : Filtre de transmission [5]

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

6- Boîte de vitesse

Cette machine est équipée d'un arbre intermédiaire pour la transmission du mouvement. La boîte de transmissions a huit vitesses avant et six vitesses de marche arrière. Ces vitesses sont commandées électroniquement par le module électronique de commande de transmission (ECM). La transmission de mouvement n'est réalisée que si trois embrayages sont engagés simultanément :

- ✓ Embrayage de sens de marche ;
- ✓ Embrayage vitesses ;
- ✓ Embrayage gamme ;

Ce genre de boîtes se caractérise par sa souplesse et sa rapidité de passage de vitesse.

Tableau 4.2 illustre les organes mobiles de la boîte de vitesse.

Tableau 4.2 Organes mobiles de la boîte de vitesse.

Rep	Désignation	Rep	Désignation
1	Torque	10	Ressort
2	Embrayage de marche avant	11	Ressort
3	Embrayage de marche avant	12	Embrayage de frein de stationnement
4	Ressort	13	Ressort ondulé
5	Embrayage	14	Embrayage de gamme
6	Embrayage de vitesse	15	Embrayage
7	Ressort ondulé	16	Torque à huit vis
8	Ressort	17	Embrayage
9	Torque	18	Embrayage de vitesse

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

La figure 4.5 représente la boîte de vitesse.

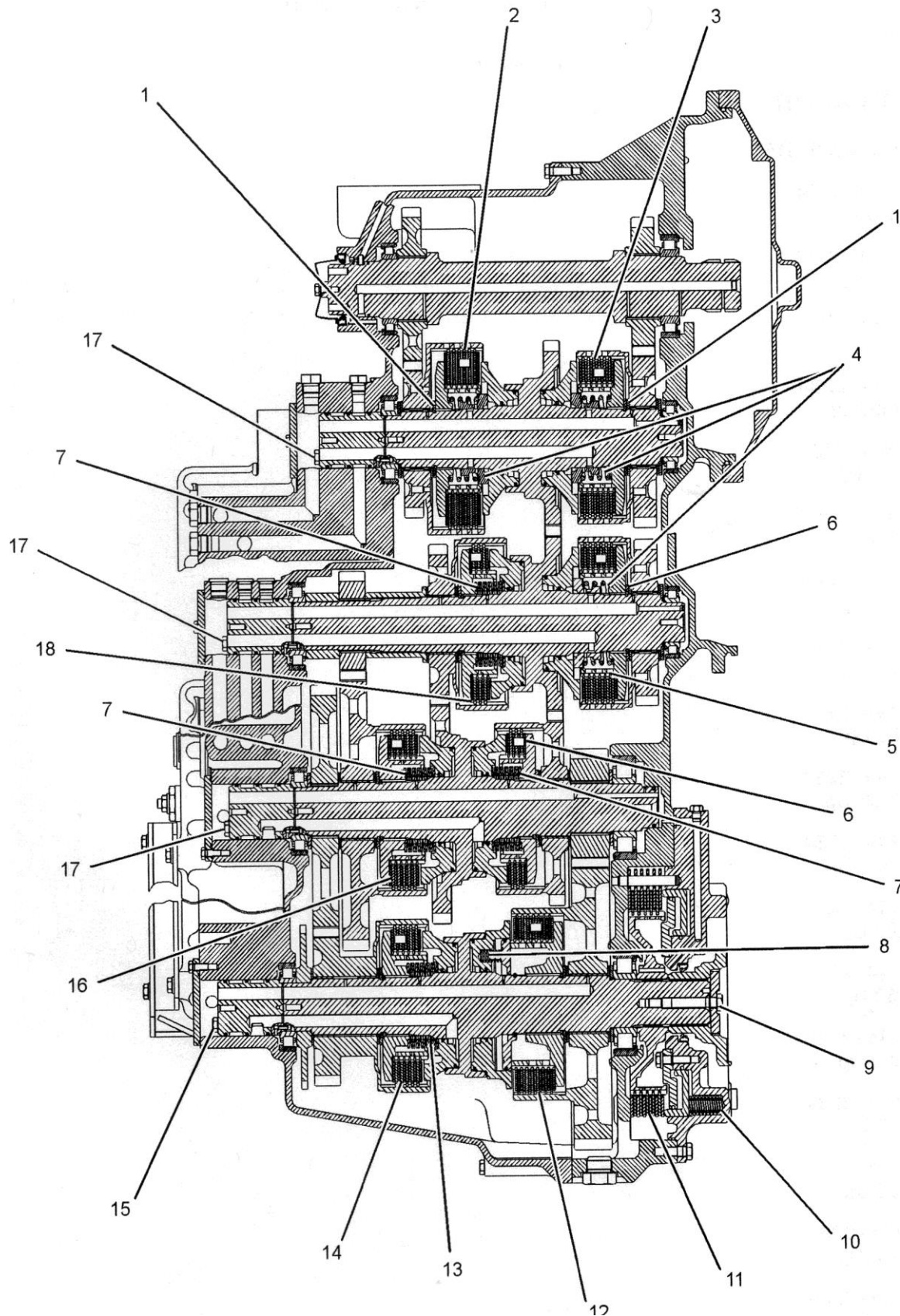


Figure 4.5 : Boîte de vitesse hydraulique [5]

7- Bloc de commande

C'est le composant qui commande la façon dont le liquide hydraulique est envoyé à travers de la transmission pour le fonctionnement des embrayages.

Le bloc de commande hydraulique (figure 4.6) se compose d'un limiteur de pression principal (6) et une soupape de réduction de pression prioritaire (7). Ces deux composants sont les responsables de contrôler le débit qui passe aux embrayages et aussi à la lubrification.

Il se compose aussi d'une valve de modulation (4), un manocontact de sens de marche (5), en fin des solénoïdes (15-22) et des valves de réductions de pression modulatrices (A...H) servent à ouvrir et fermer le passage d'huile pour chaque embrayage.

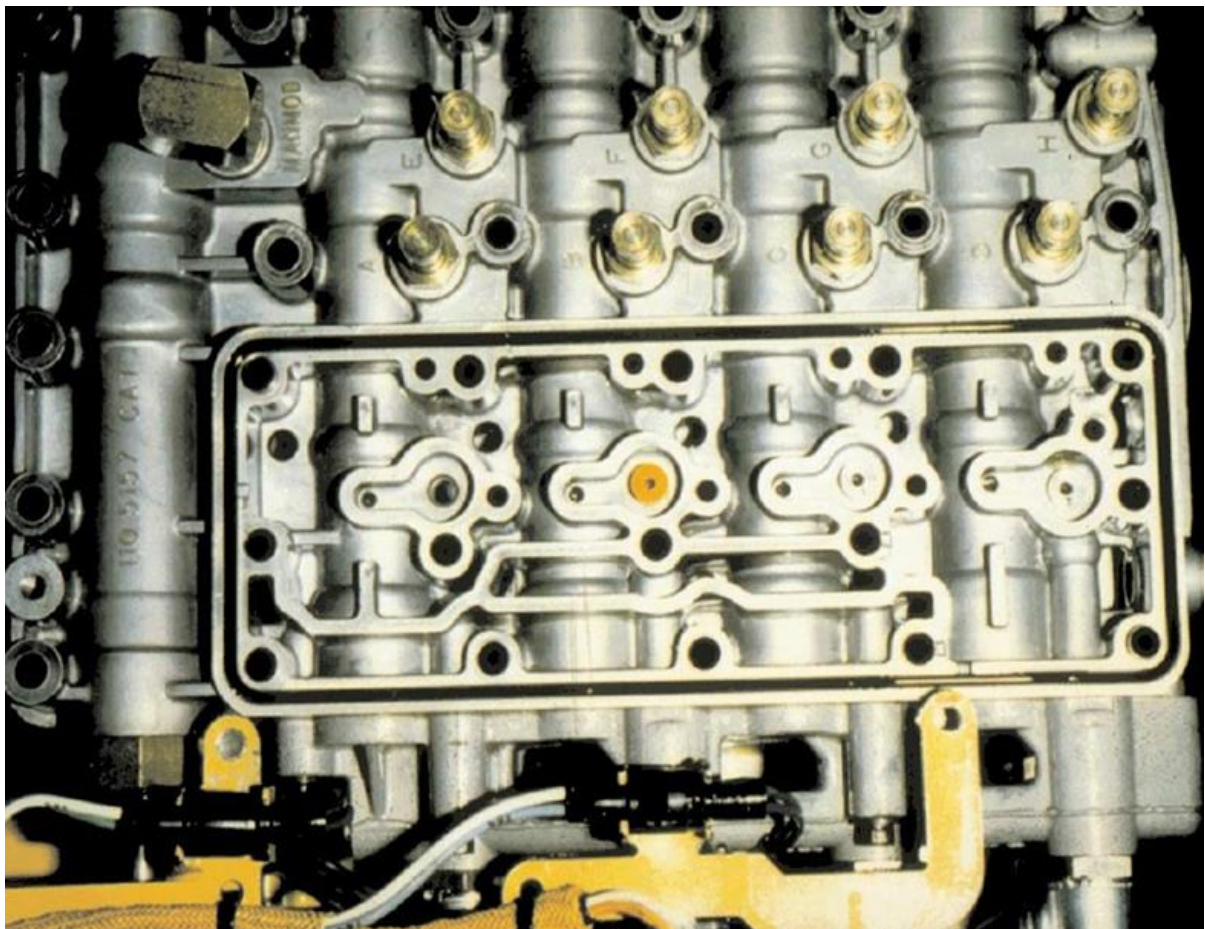


Figure 4.6 : Bloc de commande [2]

8- Schéma du circuit hydraulique de transmission

La figure 4.7 représente la circulation d'huile entre les organes qui ont une relation avec la transmission.

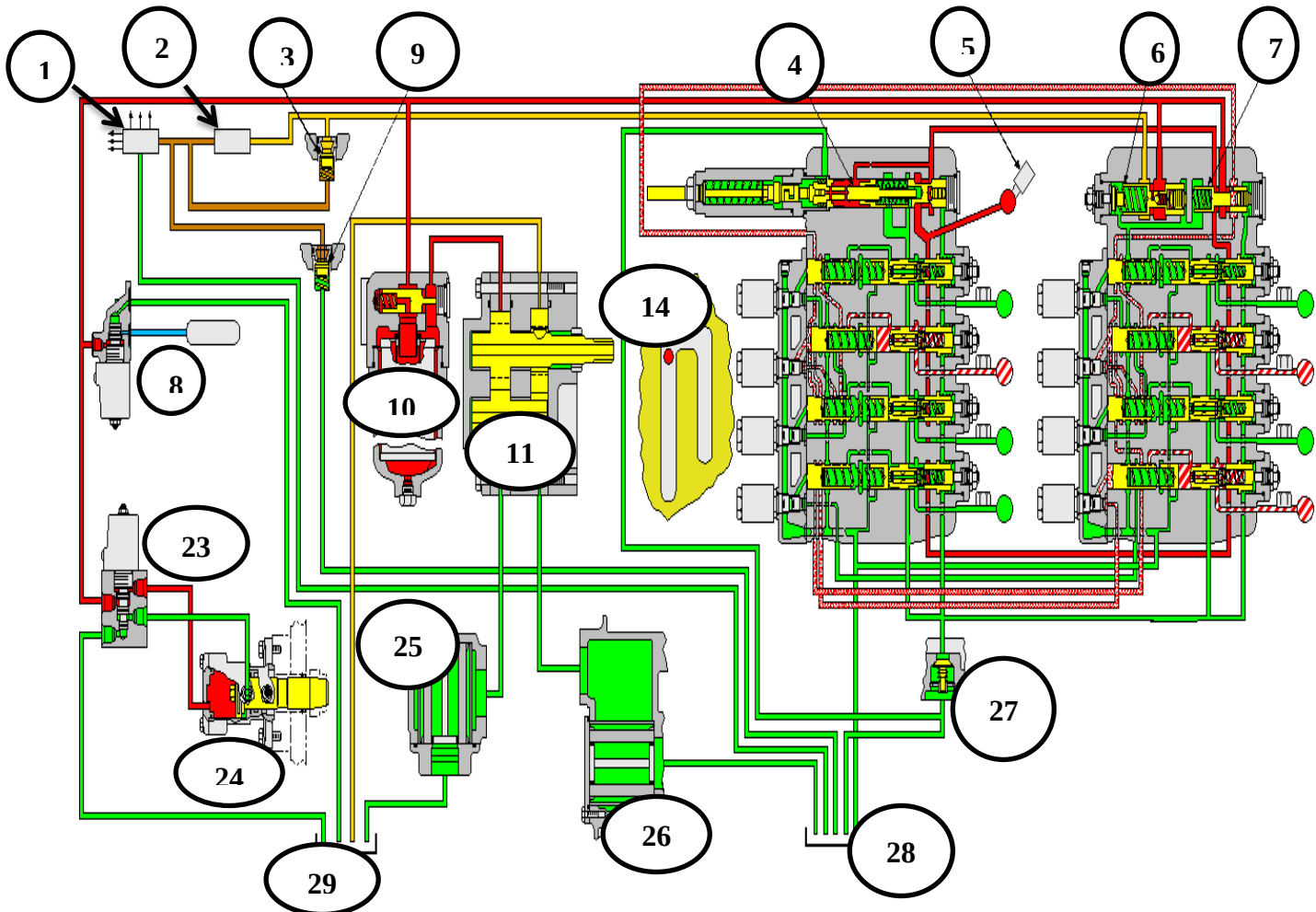


Figure 4.7 : Schéma du circuit hydraulique de transmission [5]

8-1- Principe de fonctionnement du circuit de transmission

L'arbre d'entrée de la boîte de vitesses entraîne la pompe de transmission au même régime que le moteur thermique. La pompe de récupération d'huile (12) transfère l'huile de carter de la boîte (28) vers le carter de différentiel (29) passant par une crépine. La deuxième pompe de charge (13) transfère l'huile de carter de différentiel (29) vers le filtre de transmission (10) passant par une autre crépine et le refoule dans le circuit. Une partie passe à l'embrayage de blocage de différentiel, l'autre partie passe au bloc de commande de la boîte de vitesse. L'huile entre par le limiteur de pression principal (soupape de décharge principale) et par la réduction de pression prioritaire.

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

L'huile évacuée par le limiteur de pression principale est dirigée vers le réfrigérant de transmission puis vers le circuit de lubrification. Le réfrigérant est protégé par un by-pass (1).

Le circuit de lubrification est également protégé par un by-pass (2). La valve de réduction de pression prioritaire dirige l'huile vers les valves de réduction de pression individuelles, les solénoïdes et les pistons de sélection.

La figure 4.8 représente le bloc de commande

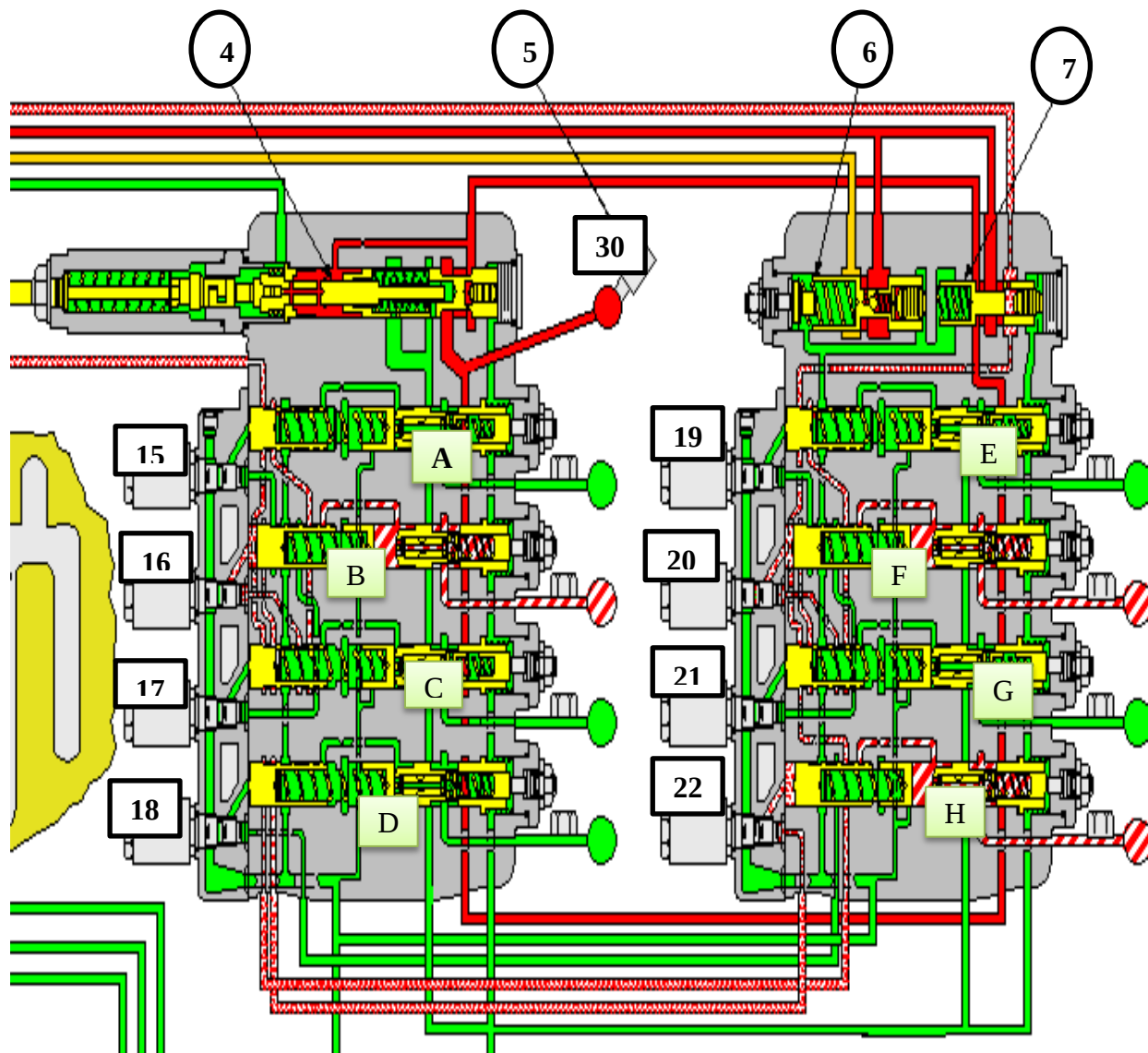


Figure 4.8 : Détail de bloc de commande [5]

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

Le tableau 4.3 représente les pièces constituant le bloc de commande du circuit hydraulique de transmission.

Tableau 4.3 : bloc de commande

Pièces	Désignation	Pièces	Désignation
1	lubrificateur de la transmission	16	Electrovalve (embrayage 1)
2	refroidisseur d'huile de transmission	17	Electrovalve (embrayage 2)
3	Soupape de dérivation de refroidisseur	18	Electrovalve (embrayage 8)
4	Soupape de ralenti (pédale d'approche)	19	Electrovalve (embrayage 4)
5	Manocontact de transmission	20	Electrovalve (embrayage 6)
6	Soupape de décharge principale	21	Electrovalve (embrayage 5)
7	Soupape de réduction prioritaire	22	Electrovalve (embrayage 7)
8	Embrayage et valve de blocage de différentiel	23	Electrovalve de déblocage du déport de cercle
9	Soupape de décharge de lubrificateur	24	Blocage du déport de cercle
10	Filtre de transmission	25	Crépine du différentiel
11	Pompe à l'huile	26	Crépine de boîte
12	Pompe de reprise	27	Soupape de décharge pour la vidange de la transmission
13	Pompe de charge	28	Carter de la boîte
14	Levier à la première vitesse l'avant	29	Carter du différentiel
15	Electrovalve (embrayage 3)	30	Capteur de température d'huile
A	Soupape de réduction de pression modulatrice (embrayage 3)	E	Soupape de réduction de pression modulatrice (embrayage 4)
B	Soupape de réductions de pression modulatrices (embrayage 1)	F	Soupape de réduction de pression modulatrice (embrayage 6)
C	Soupape de réduction de pression modulatrice (embrayage 2)	G	Soupape de réduction de pression modulatrice (embrayage 5)
D	Soupape de réduction de pression modulatrice (embrayage 8)	H	Soupape de réduction de pression modulatrice (embrayage 7)

Le tableau 4.4 représente les embrayages engagés en fonction des vitesses.

La transmission de mouvement n'est réalisée que si trois embrayages sont engagés simultanément :

- ✓ Embrayage de sens de marche : **A-B-C** ;
- ✓ Embrayage vitesses : **E-F-G** ;
- ✓ Embrayage gamme : **D-H**.

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

Le tableau 4.4 représente les embrayages engagés en fonction des vitesses.

Tableau 4.4 : embrayages engagés en fonction des vitesses

		SOLENOÏDE ALIMENTÉ							
		A	B	C	D	E	F	G	H
VITESSE	8-F		X		X			X	
	7-F		X		X	X			
	6-F			X	X	X			
	5-F		X		X		X		
	4-F		X					X	X
	3-F			X				X	X
	2-F			X		X			X
	1-F		X				X		X
	N				X			X	
	P				X			X	
	1-R	X					X		X
	2-R	X				X			X
	3-R	X						X	X
	4-R	X			X		X		
	5-R	X			X	X			
	6-R	X			X			X	
		3	1	2	8	4	6	5	7
EMBRAYAGES ENGAGÉS									

9- Soupape de décharge principale [2]

La soupape de décharge principale (figure 4.9) est située dans le quadrant supérieur avant à l'intérieur du corps de bloc de commande. La soupape de décharge principale (4) fournit une restriction à l'écoulement qui définit la pression de sortie de la pompe de transmission. L'huile qui contourne la soupape de décharge principale circule vers la ligne de refroidisseur d'huile (9).

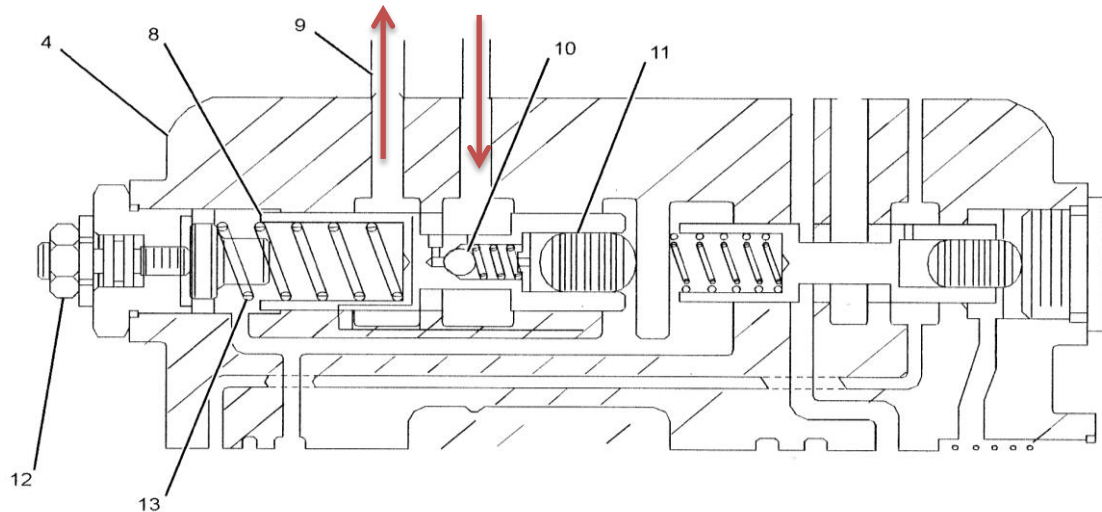


Figure 4.9 : Soupape de décharge principale [5]

La soupape de décharge principale (4) comporte un piston de réaction (11) relié à la sortie de l'écoulement par l'orifice (10) contenue dans le dévidoir (8). Le piston (11) crée une chambre de réaction. L'huile dans la chambre de la réaction agit contre un ressort afin de fixer la pression. Le ressort (13) a une vis de réglage externe et un contre-écrou (12) qui fait varier la pression de réglage de la soupape.

10- Soupape de réduction prioritaire

La soupape de réduction prioritaire (figure 4.10) est située dans le quadrant supérieur arrière du corps de bloc de commande.

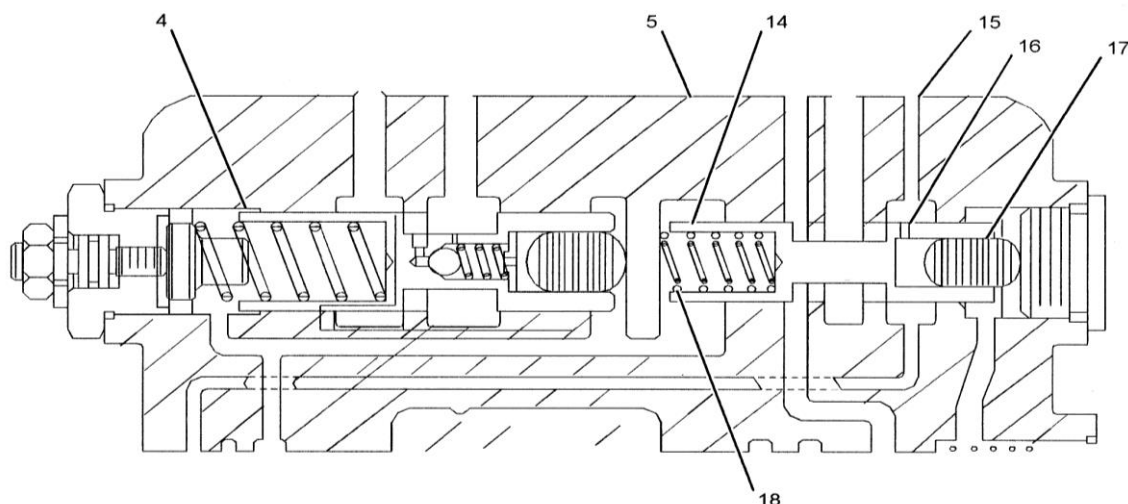


Figure 4.10 : Soupape de réduction prioritaire [5]

Au début la valve (14) est poussée vers la droite par le ressort (18), l'huile vient de la pompe va aux solénoïdes et les pistons de sélection à travers le passage (15). La soupape de réduction prioritaire (5) reçoit de l'huile en parallèle avec la soupape de décharge principale (4). Le piston de réaction

(17) fournit une chambre de réaction au flux d'alimentation dans le passage (15) par l'orifice (16). L'huile contenue dans le dévidoir (14) et équilibre contre la force du ressort (18) afin d'ajuster la pression.

11- Soupape manuelle de modulation (soupape de ralenti)

La soupape manuelle de modulation est située dans la partie supérieure du corps de bloc de commande.

La figure 4.11 illustre la soupape de ralenti et sa pédale de commande.

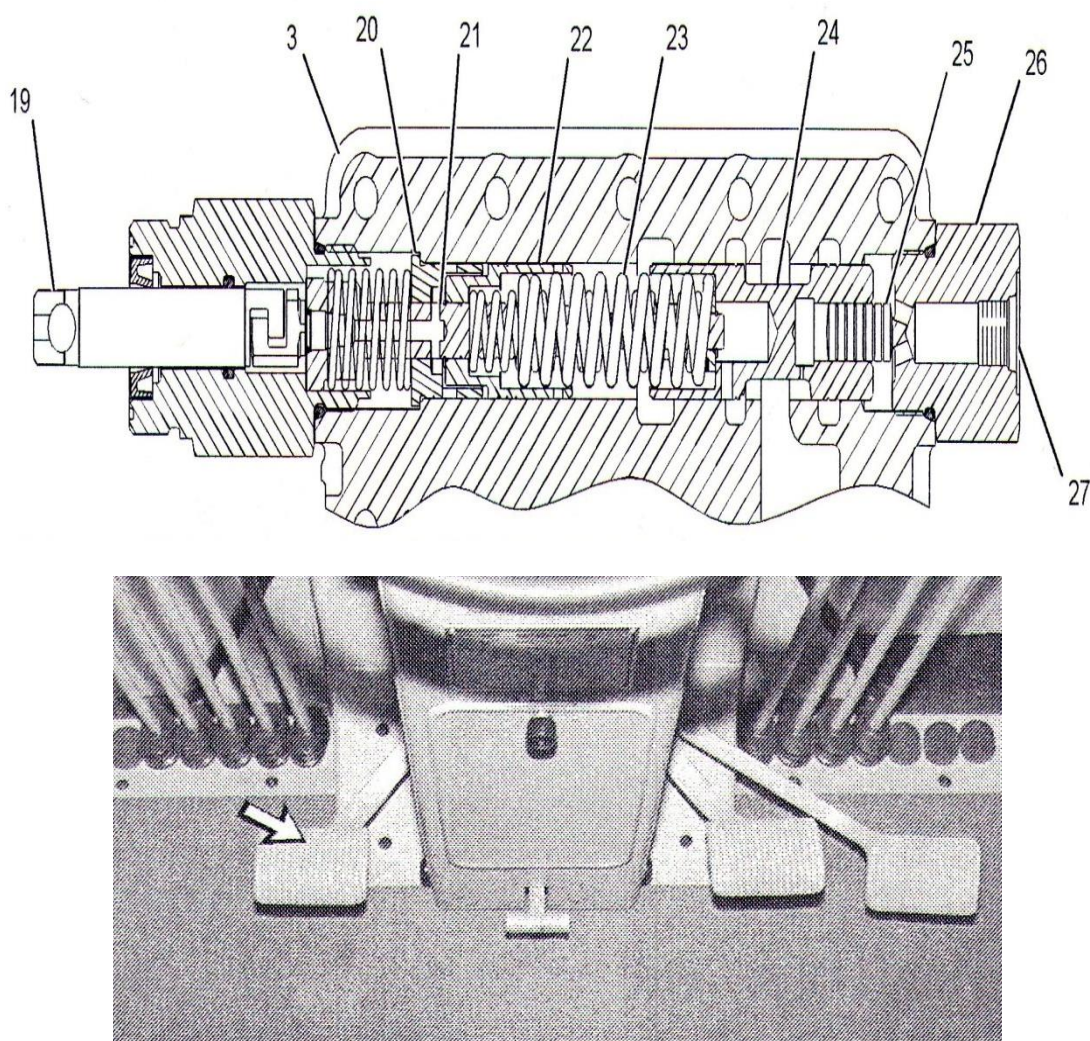


Figure 4.11 : Soupape de ralenti [5]

Située dans la partie supérieure du bloc de contrôle des pressions, elle est reliée par un câble (19) à la pédale d'approche. Lorsque le conducteur appuie sur la pédale, il tire le câble qui déplace le tiroir vers la gauche. Cela permet une mise à la vidange progressive du circuit d'alimentation des réductions de pression modulatrices des sens de marche.

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

La vidange est proportionnelle à l'enfoncement de la pédale. Cette chute de pression neutralise progressivement l'avancement de la machine ; quand la pédale est complètement enfoncée la pression chute à 0 KPa. Lorsque la pédale est relâchée progressivement, la pression remonte graduellement jusqu'à 755 KPa.

A partir de cette valeur, la pression est automatiquement modulée jusqu'à 2085 KPa en 0,2 seconde. Capteur de température (27) surveille la température de l'huile du train d'entraînement.

12- Soupapes de réduction de pression modulatrices

Les soupapes de réduction de pression modulatrices (figure 4.12) sont au nombre de huit (4 sur chaque étage du bloc de contrôle des pressions).

Elles ont le rôle de contrôler individuellement la pression de chaque embrayage (orifices et ressorts différents). Au repos, elles mettent les embrayages à la vidange.

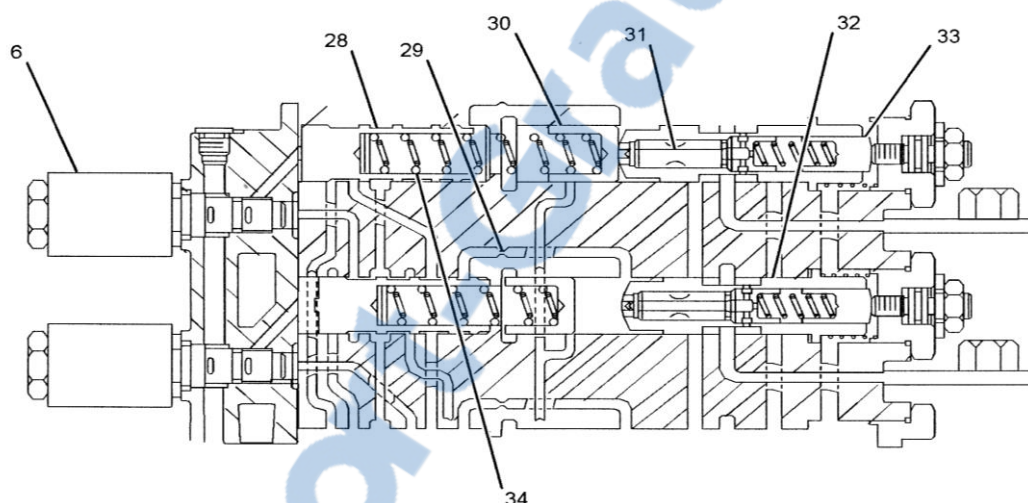


Figure 4.12 : Soupapes de réduction de pression modulatrice [5]

12.1 Fonctionnement

La soupape se compose d'un piston de sélection (28), piston de charge (30), soupape de réduction de pression (32), piston de réaction (33), orifice de modulation (31), orifice de temporisation (29), ressort de modulation (34).

Un solénoïde, responsable de l'ouverture de la valve, se trouve dans l'extrémité gauche de la réduction de pression modulatrice.

Au repos, les solénoïdes bloquent la pression de pilotage et mettent la commande des pistons de sélection à la vidange. Les réductions de pression modulatrices mettent les embrayages à la vidange.

Lorsqu'on veut passer une vitesse, le module électronique de commande (E.C.M.) alimente les solénoïdes voulus en fonction de la position du sélecteur de vitesses. L'huile de pilotage pousse l'ensemble (piston de sélection, ressort, piston de charge, soupape de réduction de pression) vers la

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

droite contre le petit ressort de positionnement et le ressort interne de pression initiale. La soupape de réduction de pression ouvre l'alimentation de l'embrayage qui se remplit avec l'huile contrôlée par le limiteur de pression principale. Quand l'embrayage est plein, la pression s'élève dans l'embrayage et à l'intérieur de la réduction de pression dans la chambre du ressort de pression initiale, alors la réduction de pression ferme temporairement l'alimentation de l'embrayage (pression initiale).

La pression de l'embrayage passe par l'orifice de modulation et vient repousser le piston de charge. La pression de la chambre du piston de charge s'exerce sur la réduction de pression et la déplace vers la droite donc nouvelle alimentation de l'embrayage. C'est ainsi que démarre le cycle de modulation. Il continue jusqu'à ce que le piston de charge atteigne sa fin de course hydraulique.

12.2 Vidange

L'E.C.M. coupe l'alimentation du solénoïde. Le piston de sélection est repoussé par ses ressorts vers la gauche. L'orifice contrôle la vitesse de la vidange du piston de charge. La réduction de pression met l'embrayage à la vidange ; la pression chute progressivement dans l'embrayage.

Lorsque que le piston de charge est complètement vidangé, les ressorts de la réduction de pression le ramènent complètement vers la gauche. L'embrayage est maintenu à la vidange.

L'E.C.M. effectue une temporisation (retard) dans l'alimentation des solénoïdes lors des changements de vitesses afin d'effectuer un recouvrement correct.

13- Solénoïdes et pistons de sélection

Les solénoïdes sont à clapet et à commande tout ou rien. Ils bloquent le passage d'huile venant de la réduction de pression prioritaire ou l'ouvrent vers les pistons de sélection pour les déplacer.

Il existe trois groupes de solénoïdes associés à des pistons de sélection : trois pour les vitesses, deux pour les gammes et trois pour les sens de marche.

Quand un piston de sélection est déplacé, il interdit l'alimentation en huile de pilotage du ou des autres solénoïdes du même groupe, afin de ne pas pouvoir engager accidentellement deux embrayages d'un même type (vitesses, gamme ou sens de marche) et de bloquer la boîte :

14- Manocontact de pression de sens de marche

Il informe l'E.C.M. que le circuit de sens de marche est dépressurisé.

15- Exemple : boîte vitesse et bloc de commande à la 1ère vitesse Avant

Pour passer à la première marche avant, il faut que trois embrayages soient engagés (l'embrayage de marche avant (1), de vitesse (6) et de la petite gamme (7)).

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

Les éléments constituant le mouvement de transmission sont :

- ✓ Arbre avant (1) ;
- ✓ Arbre d'entrée (2) ;
- ✓ Arbre (3) ;
- ✓ Pignon (6), (9), (12), (30), (31), (35) ;

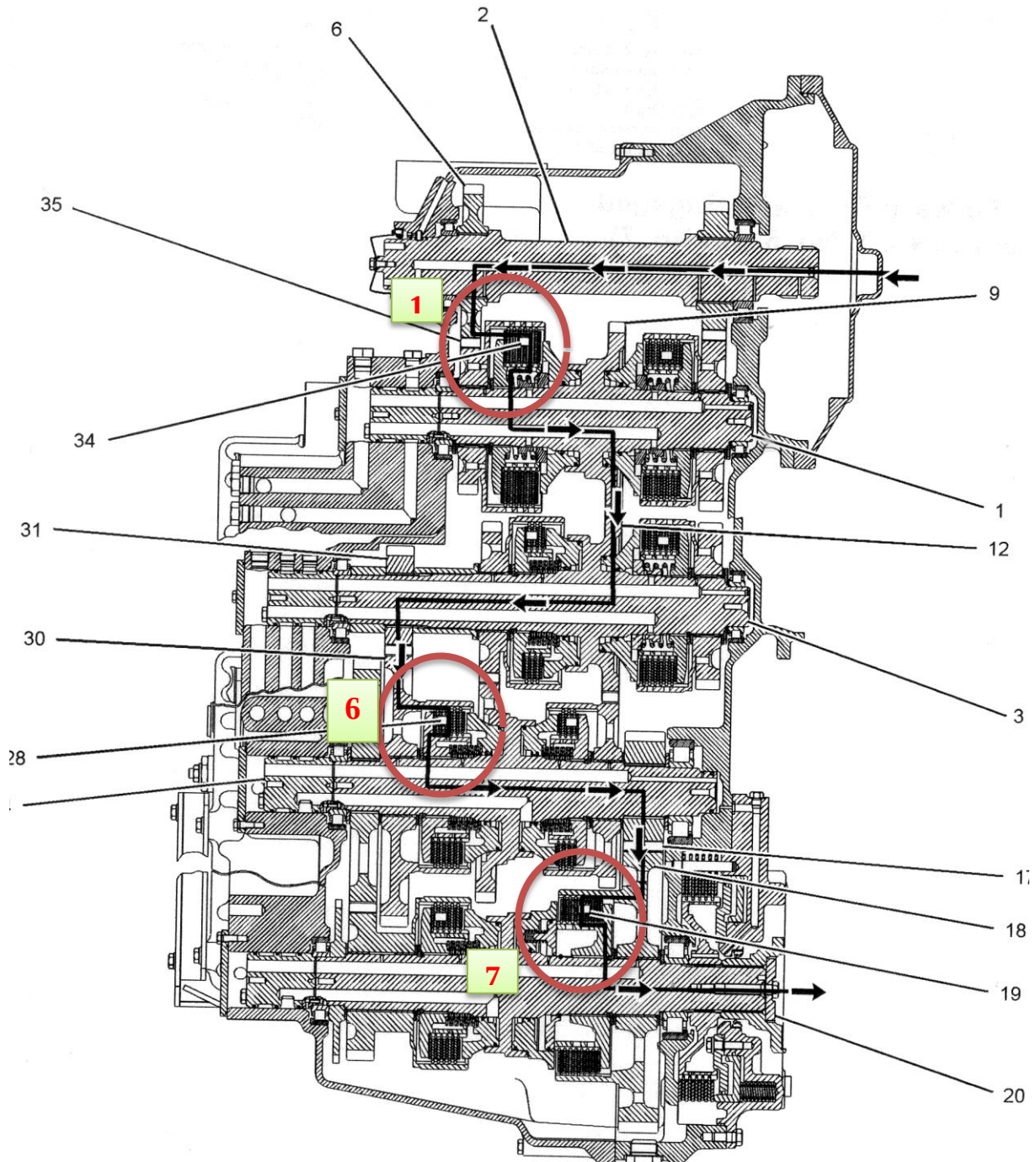


Figure 4.13 : Exemple de fonctionnement de première marche avant [5]

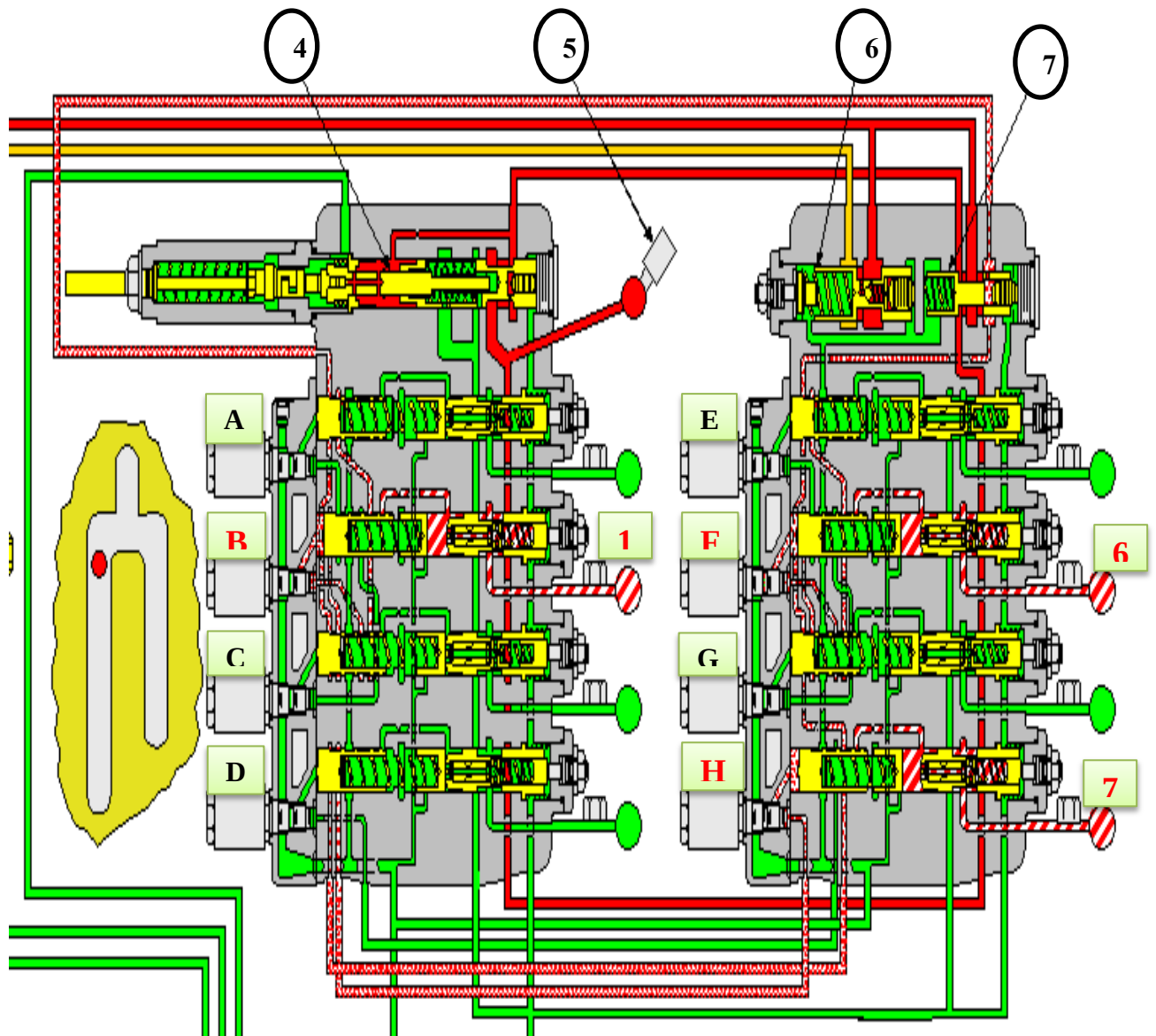


Figure 4.13 : Exemple de fonctionnement de première marche avant [5]

L'embrayage de sens de marche avant (34) est engagé. La puissance est transmise à partir du pignon (6) monté sur l'arbre d'entrée (2) à l'engrenage (35) monté sur l'arbre avant (1). L'engrenage (35) transfère la puissance à l'arbre avant (1). La roue dentée (9) montée sur l'arbre avant (1) entraîne la roue dentée (12) montée sur l'arbre (3) qui transmet le mouvement à la roue dentée (30) à travers le pignon (31).

L'embrayage de vitesse (28) est engagé. La puissance est transmise à partir de la roue dentée (30) à l'arbre (4). Le pignon (17) monté sur l'arbre (4), transfère la puissance à la roue dentée (18) montée sur l'arbre de gamme (5).

L'embrayage de gamme lent (19) est engagé. La puissance est transmise à partir de la roue dentée (18) à l'arbre de gamme (5). La puissance est transmise au différentiel par l'accouplement (20).

16- Exemple : boîte à vitesse à la 1ere vitesse Arrière

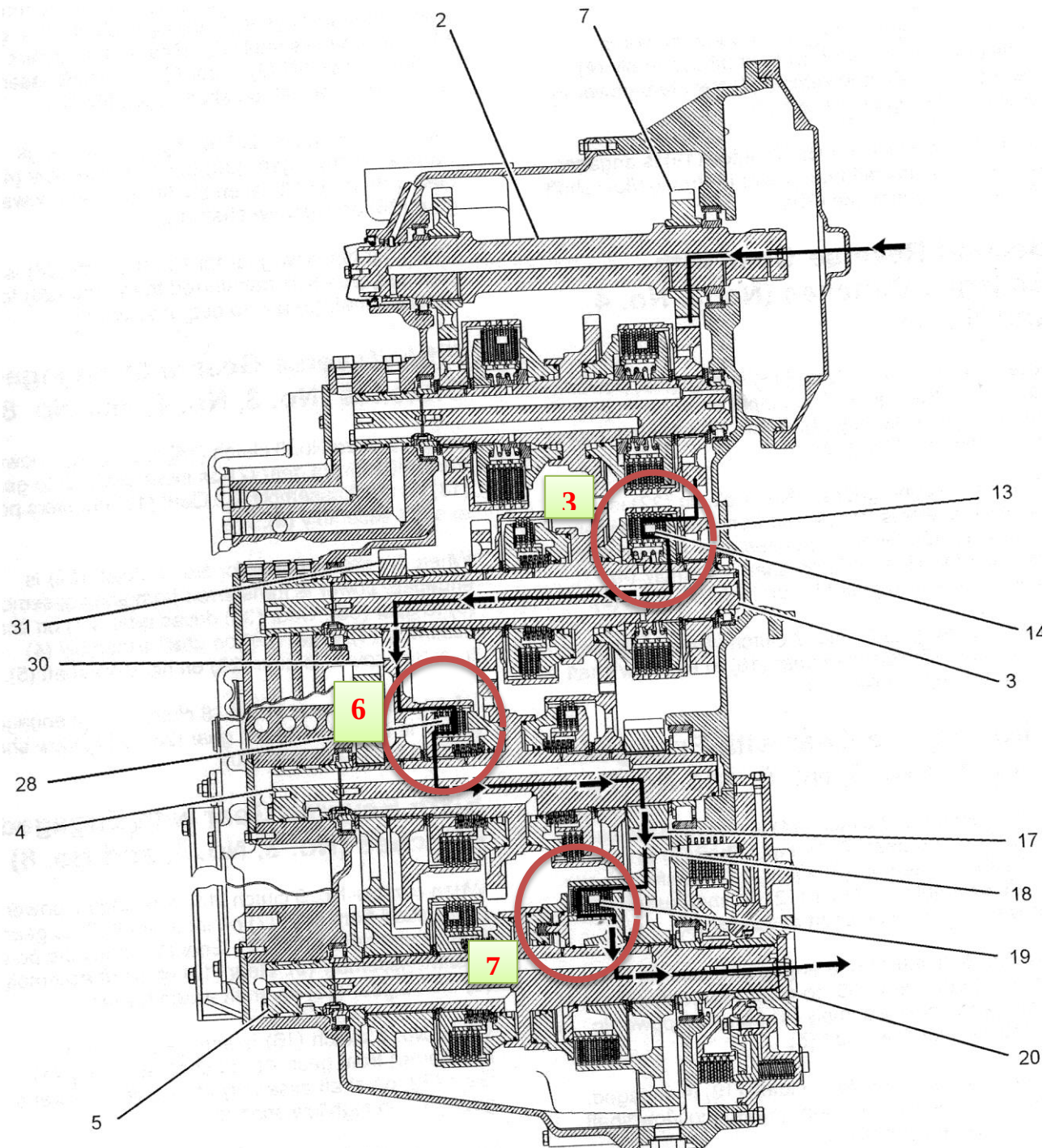


Figure 4.14 : Exemple de fonctionnement de première marche arrière [5]

Pour passer à la première marche arrière il faut que trois embrayages soient engagés, l'embrayage de marche arrière (3), de vitesse (6) et de la petite gamme (7).

- ✓ Arbre (3) ;
- ✓ Arbre d'entrée (2) ;
- ✓ Arbre (4) ;

✓ Pignon (7), (13), (31), (30) ;

L'embrayage de sens de marche arrière (14) est engagé. la puissance est transmise à partir de pignon (7) monté sur l'arbre d'entrée (2) à engrenage (13) monté sur l'arbre (3). Engrenage (31) transfère la puissance à arbre (3). La roue dentée (31) monté sur l'arbre (3) entraînent la roue dentée (30) monté sur l'arbre (4).

Embrayage de vitesse (28) est engagé, la puissance est transmise à partir de la roue dentée (30) à l'arbre (4). Pignon (17) monté sur l'arbre (4), transfère la puissance à la roue dentée (18) monté sur l'arbre de gamme (5).

Embrayage de gamme lent (19) est engagé la puissance est transmise à partir de la roue dentée (18) à l'arbre de gamme (5), la puissance est transmise à l'arbre intermédiaire par l'accouplement (20).

17- Embrayage

Ces embrayages sont à disques multiples travaillant dans l'huile et commandés par pression d'huile. L'engagement des embrayages fait passer le mouvement dans la boîte de vitesses. Chaque embrayage se compose d'un piston, disques, train planétaire couronne et de ressorts pour le retour de piston.

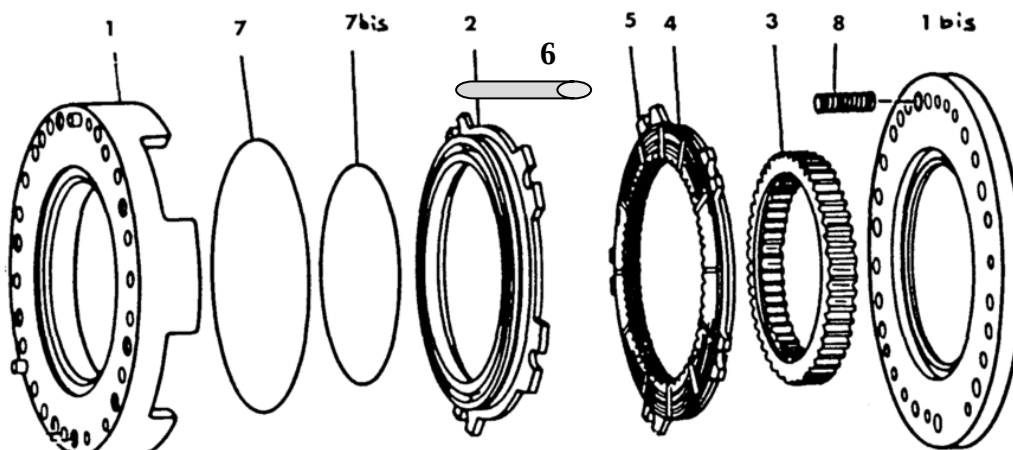


Figure 4.15 : Composants d'embrayage [3]

17.1 Description

La couronne (3) porte une denture externe sur laquelle sont enfilés au montage, les disques à denture intérieure (4) recouverts de bronze fritté.

Ces disques (4) sont solidaires en permanence de la couronne (3) et tournent avec elle.

Les disques (5) en acier sont intercalés entre les précédents, mais ils n'ont aucun contact avec la couronne. Ils portent des "oreilles" qui les rendent solidaires d'une broche (6) enfoncée de part et d'autre dans les parties fixes du carter d'embrayage (1) et (1bis).

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

Ces disques (5) ne peuvent pas tourner. Les disques (5) et (4) peuvent se déplacer dans le sens axial. Un piston annulaire (2), pouvant coulisser dans une gorge ménagée dans le carter fixe (1), sert à comprimer des ressorts (8) et à bloquer la pile de disques (4, 5) contre le carter (1bis). Il est actionné par de l'huile, introduite dans la cavité circulaire (9), et montante en pression.

L'étanchéité de la gorge dans le carter du piston (2) est assurée par des joints type segments de piston (7 et 7 bis).

Le piston annulaire est lui-même traversé par la broche (6) et ne peut pas tourner.

Les disques (4 et 5) sont aspergés d'huile en permanence, pour assurer un bon graissage et un refroidissement continu.

17.2 Fonctionnement d'embrayage

17.2.1 Engagement de l'embrayage

Lorsque le conducteur décide d'utiliser ce train planétaire – correspondant à la vitesse choisie – le déplacement du levier de vitesses dirige de l'huile vers la cavité (9). Dès que la cavité est pleine, l'huile monte en pression, et pousse le piston (2).

Celui-ci comprime les ressorts (8) et bloque l'ensemble des disques (4 et 5) contre le carter (1 bis). Comme les disques (5) sont dans l'impossibilité de tourner, les disques (4) se trouvent donc immobilisés, et du même coup, immobilisent la couronne (3). Ceci a pour résultat la 'mise au travail' de ce train planétaire.

17.2.2 Dégagement de l'embrayage

Lorsque l'on cesse l'envoi d'huile vers cet embrayage, la cavité (9) est "mise à la décharge". Les ressorts (8) repoussent l'huile de la cavité (9) et le piston (2) libère les disques (4 et 5). Les disques (4) sont à nouveau libres de tourner ainsi que la couronne (3) ; le couple moteur n'est plus transmis par ce train planétaire. On dit que ce train planétaire est "débrayé", ou "au point mort".

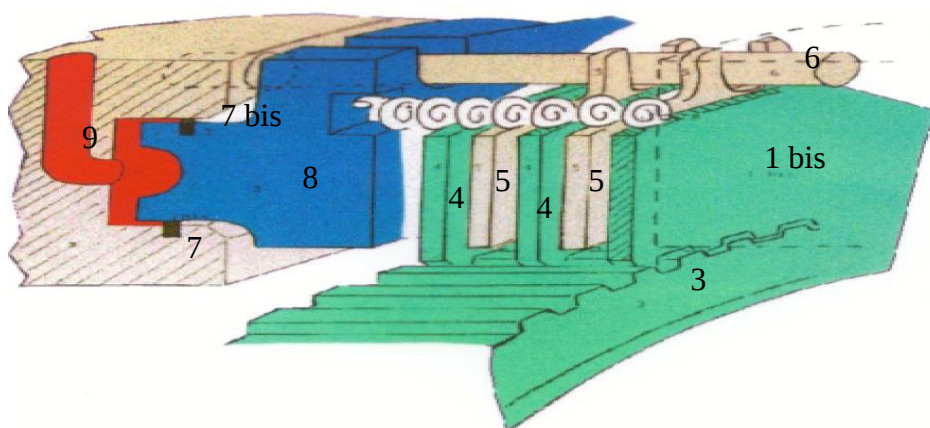


Figure 4.16 : Section d'embrayage [3]

18- Différentiel

Le différentiel (figure 4.17) sert à ce que l'engin puisse tourner sans ripage des pneumatiques. Dans les virages, la distance parcourue par les roues est différente. Elle est plus courte vers l'intérieur du virage.

Le blocage de différentiel sert à éviter que l'engin ne s'immobilise si l'une des roues d'un même pont perd l'adhérence.

Ce blocage se fait par un embrayage de blocage de différentiel.

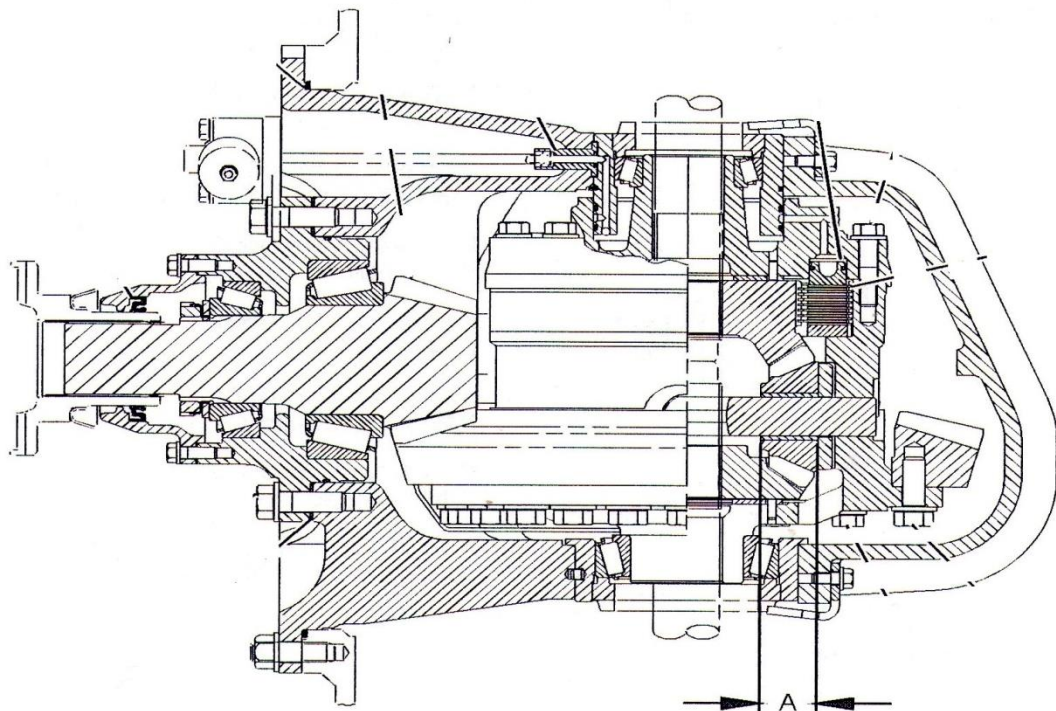


Figure 4.17 : Différentiel [5]

Le pignon d'attaque est en accouplement avec l'arbre de transmission. Lorsqu'il tourne, le mouvement se divise en deux, l'un passe à la commande finale droite et l'autre à la commande finale gauche. Lorsqu'il y a un patinage sur l'un des côtés, le conducteur doit actionner l'interrupteur de blocage. Le solénoïde de commande de blocage s'ouvre et bloque le différentiel permettant ainsi l'équilibre des deux côtés.

19- Commande finale

La commande finale (figure 4.18) est en contact avec le différentiel. Elle a le rôle de passer le mouvement aux roues par deux barbotins et deux chaînes, une pour la roue avant et l'autre pour l'arrière. De même, elle règle la vitesse de rotation entre les roues gauche et droite à l'aide du réducteur final.

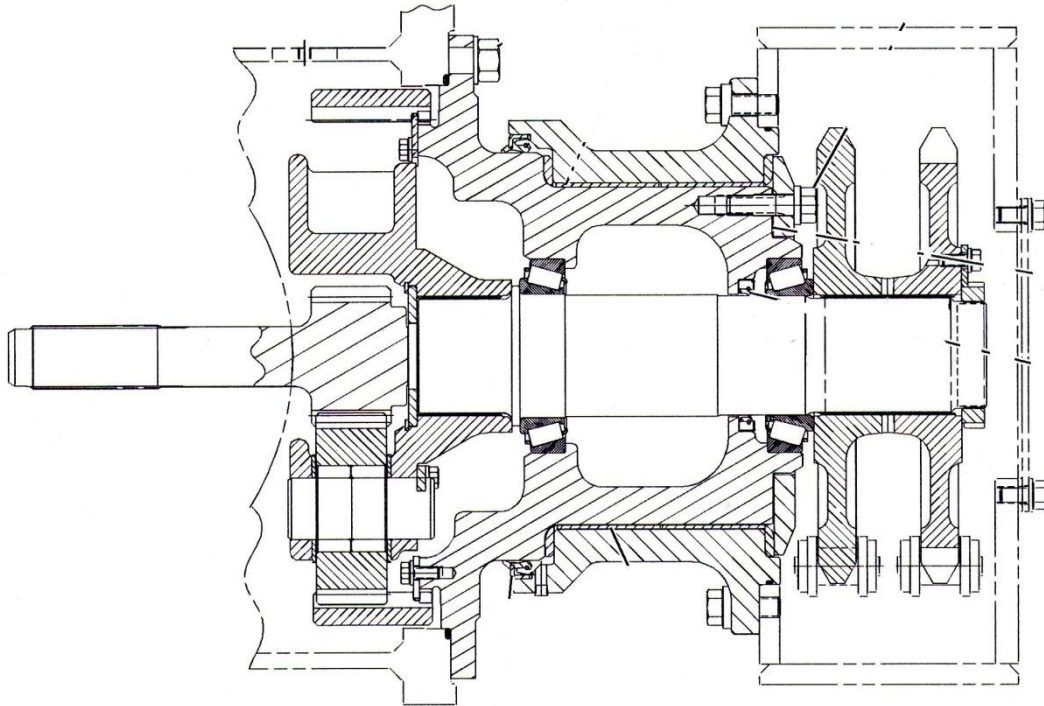


Figure 4.18: Commande finale [5]

20- Moyeu de roues et freins

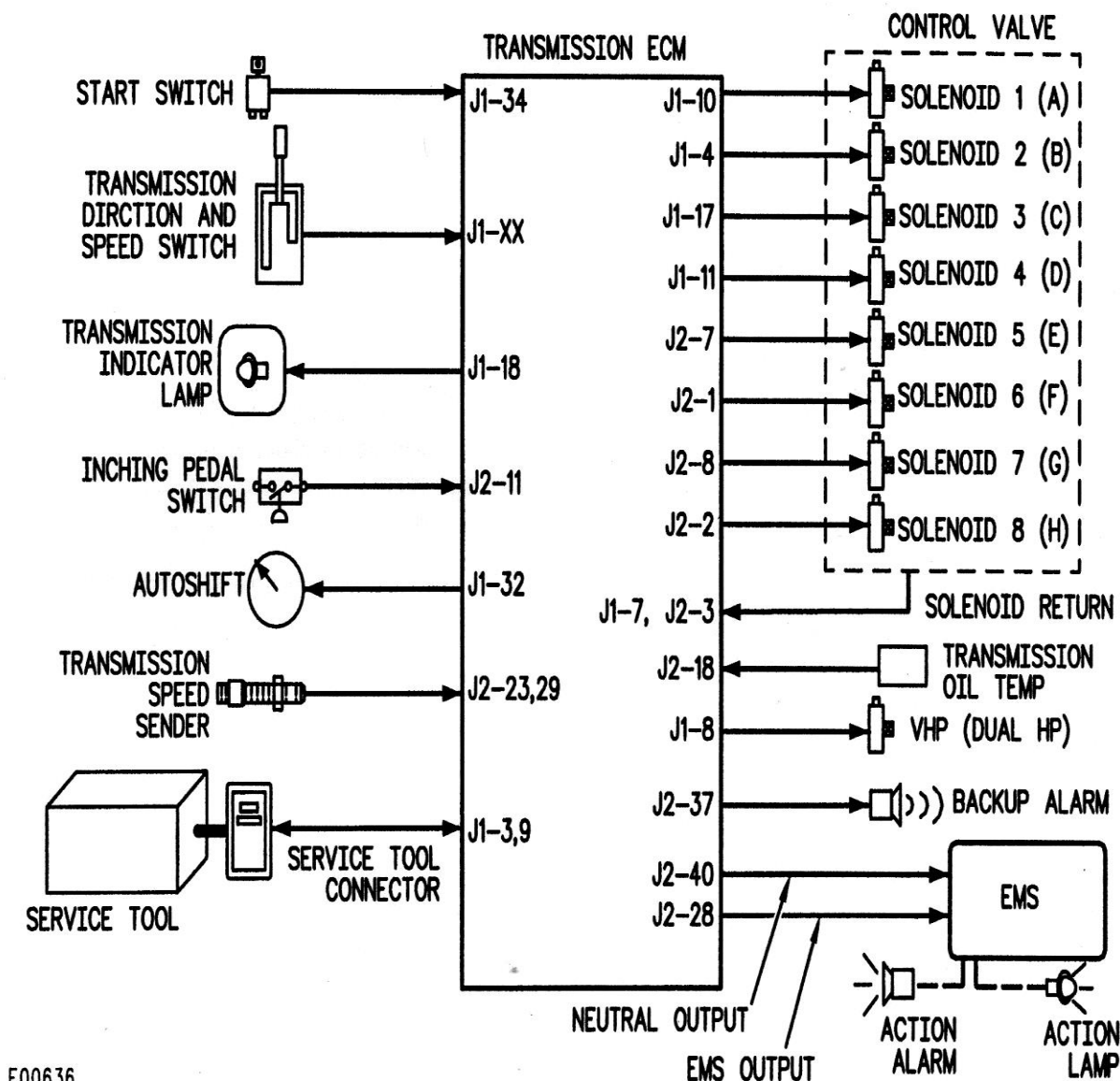
Cette dernière partie de la transmission est composée d'un barbotin en relation avec la commande finale par une chaîne, un frein multi disques à bain d'huile avec commande pneumatique et en fin le moyeu où se place la roue.

21- Système électronique

CAT utilise un logiciel évolué de gestion de moteurs et boîte à vitesse ; ces derniers sont surveillés, contrôlés et protégés grâce à des capteurs électroniques servant aussi à l'autodiagnostic.

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

La figure 4.19 indique un système électronique de commande de transmission (entrées et sorties).



E00636

Figure 4.19 : Système électronique (entrées et sorties) [5]

22- Module électronique de commande (ECM)

L'ECM est situé sous la cabine. Il traite l'information d'entrée qui dirige alors les signaux électriques propres aux dispositifs de sortie appropriés pour les vitesses, les directions et les diagnostics.

L'ECM prend des décisions basées sur l'entrée de la mémoire d'informations ; la réponse correspondante est faite à travers les sorties. Les entrées et sorties de l'ECM sont reliées aux équipements de la machine par deux connecteurs de 40 contacts.

Chapitre 4 : Étude de la commande hydraulique de la boîte de vitesse

La figure 4.20 représente le Module Electronique de Commande (ECM).

✓ 1 : connecteur j1

✓ 2 : connecteur j2

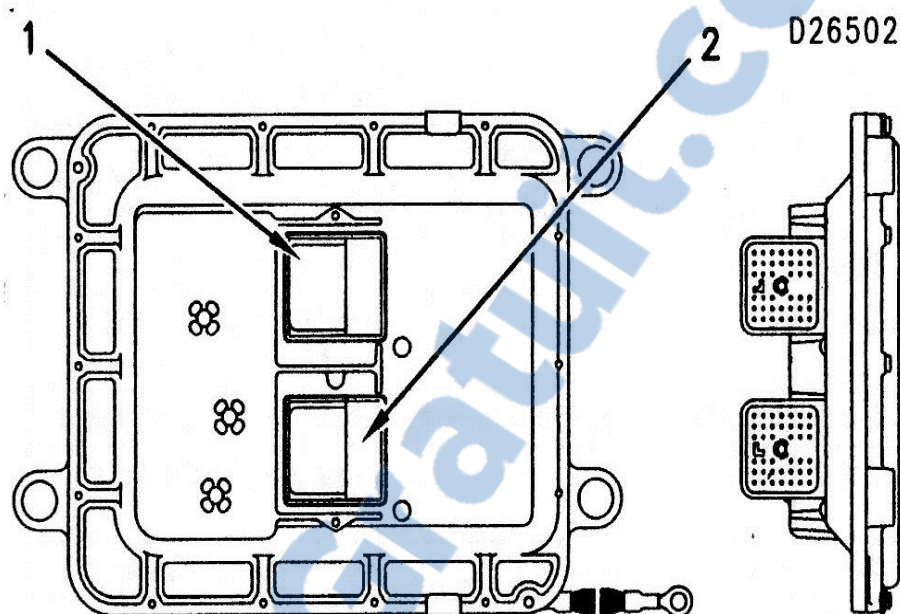


Figure 4.20 : Module électronique de commande [5]

22.1 Entrées

De nombreuses entrées informent l'ECM du statut des conditions de l'état de la machine. Deux types d'entrées existent : type de commutateur et le type de capteur. Les commutateurs assurent une mise à la terre ou signal d'ouverture, ou bien le signal de la borne (+) de la batterie aux entrées de l'ECM. Les capteurs fournissent un signal en constante évolution à l'entrée.

22.2 Sorties

L'ECM répond aux décisions en envoyant un signal électrique à travers les différentes sorties. Les sorties créent soit une action ou fournissent des informations.

23- Conclusion

CAT utilise un système électronique moderne un progiciel. Il regroupe le logiciel « technicien d'électronique (ET) qui est une version du logiciel de diagnostic. Ce dernier est utilisé dans le programme électronique de commande et d'analyse (ECAP). L'ECAP est un outil de service utilisé par le technicien pour accéder à l'état du système et le diagnostic mémorisés dans l'ECM de transmission.

1- Introduction

Les engins sont exposés à plusieurs risques et défaillances vu leurs conditions de travail.

Ce chapitre est réservé aux huiles utilisées ainsi que la comparaison des pressions du constructeur et les pressions relevées.



2- Partie théorique

2.1 Huile

L'huile est utilisée pour le graissage et refroidissement des organes mobiles. Elles peuvent être d'origine minérale (raffinage du pétrole brut) ou d'origine synthétique (elles sont produites par synthèse chimique). Les huiles de semi-synthèse sont le mélange de bases minérales avec une base de synthèse.

Les additifs de performances ont pour rôle de renforcer certaines propriétés fondamentales ou de compenser certaines faiblesses des huiles de base. Les additifs apportent des propriétés comme la protection contre l'usure et la tenue à l'extrême pression, la détergence, la dispersion des polluants, la protection contre la corrosion, la tenue à l'oxydation, etc.

2.2 Viscosité de l'huile

La viscosité est une mesure de résistance à l'écoulement d'un fluide. La viscosité d'une huile s'exprime par 2 grades. Un grade à froid et un grade à chaud.

Par exemple 10W40, le grade à froid se situe devant la lettre W est égal à 10. Le grade à chaud se situe après la lettre W et égale à 40. W est la première lettre du mot anglais "Winter" (hiver).

Le 1^{er} grade traduit la viscosité dynamique à froid.

Le 2^{ème} grade traduit la viscosité cinématique à chaud.

Plus le nombre est élevé, plus épais sera le film d'huile à chaud. Il favorise la protection et l'étanchéité.

Plus le nombre est bas, meilleure sera la réduction de frottement à chaud. Il favorise les économies de carburant.

2.3 Choix d'huile

Il faut bien choisir l'huile qui s'adapte au milieu extérieur. Si le milieu est froid, il faut bien choisir une huile qui a le grade à froid plus bas. Pour la niveleuse 140H, le constructeur a

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

requis d'utiliser la 15w40 pour le circuit hydraulique de transmission dans des milieux à température modérée.

2.4 Vidange

Il faut bien respecter les délais de vidange d'huile, pour avoir une bonne lubrification et d'éviter l'usure des pièces. Si non, on peut analyser l'huile et si elle conserve toujours ses propriétés, on reporte la vidange en fonction des résultats de l'analyse.

2.5 Contrôle, surveillance et analyse des huiles

La surveillance des huiles en fonctionnement a deux buts essentiels :

- ✓ Surveiller l'huile pour vérifier son état conforme ;
- ✓ Surveiller, à travers l'huile, l'état de l'installation ;

2.6 Maintenance des installations hydrauliques

Il est fortement recommandé d'adopter une politique de maintenance planifiée les données seront relevées et consignées dans le fichier historique de l'installation.

Lors de la mise en route de l'installation, ainsi que pour toute intervention, prendre les mesures de sécurité et de consignation nécessaires (tant pour le personnel que pour le matériel).

2.7 Vérifications journalières

- ✓ Contrôler le niveau d'huile dans le réservoir (3 à 4 fois le débit de la pompe. Hauteur minimale = 15 cm au-dessus de la crépine) ;
- ✓ Contrôler l'aspect de l'huile ;
- ✓ Contrôler l'encrassement des filtres ;
- ✓ Contrôler la température de l'huile (55°C pour un fonctionnement normal. Eviter de dépasser 60°C, afin de conserver à l'huile de bonnes qualités de fonctionnement) ;
- ✓ Contrôler la température du groupe hydraulique ;
- ✓ Contrôler les pressions de fonctionnement ;
- ✓ Contrôler l'étanchéité ;
- ✓ Contrôler le niveau sonore ;

2.8 Vérifications hebdomadaires

- ✓ Contrôler l'étanchéité des tuyauteries non accessibles en fonctionnement ;
- ✓ Réparer les fuites signalées lors des vérifications journalières ;

- ✓ Nettoyer les filtres ;
- ✓ Contrôler les accouplements élastiques entre pompe et moteur ;
- ✓ Contrôler les éléments de serrage de la pompe et du moteur ;
- ✓ Contrôler la pression de gonflage des accumulateurs ;

2.9 Tests et réglages au niveau de circuit hydraulique de transmission

Les tests et les réglages faits au niveau du circuit hydraulique sont :

➤ Réglage du câble (pédale d'approche)

Pour régler la pédale d'approche, il faut passer par ces étapes :

- ✓ Cardan déposé ;
- ✓ Régler la cote A à $447 \pm 3\text{mm}$ (ce qui doit correspondre à 3 filets visibles 5) ;
- ✓ Desserrer complètement la vis de butée (3) ;
- ✓ Appuyer à fond sur la pédale de modulation (2) ;
- ✓ Engager la 1^{er} AV ;
- ✓ Mettre le moteur à régime mini et relâcher progressivement la pédale de modulation, jusqu'au début de rotation de l'arbre de sortie boîte de vitesses ;
- ✓ Mettre la vis de butée (3) en contact avec la pédale (dépassement de la vis 9,52mm ;

La figure 5.1 représente le réglage de pédale d'approche.

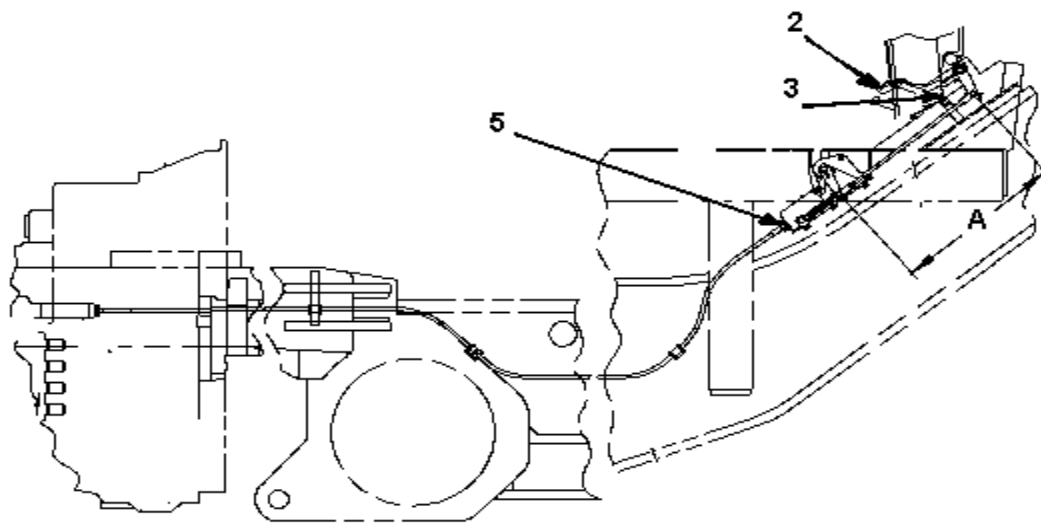


Figure 5.1 : Pédale d'approche

➤ Pression de pompe de transmission

Avant de mesurer la pression de la pompe, il faut :

- ✓ Cardan déposé ;
- ✓ Différentiel bloqué ;
- ✓ Température d'huile égale à 50°C ;

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

Après l'application des conditions ci-dessus, le tableau 5.1 représente la pression théorique de la pompe :

Tableau 5-1 : pression théorique de pompe de transmission

Régime moteur	Ralenti	Plein régime
Pression KPa	2690	3240

➤ Pression d'huile de lubrification

Conditions machine :

- ✓ Cardan déposé ;
- ✓ Huile à 50°C ;
- ✓ Différentiel bloqué ;

Après l'assurance de ces conditions, le tableau 5.2 présente une comparaison des résultats pratiques avec les résultats théoriques.

Tableau 5-2 : Pression d'huile de lubrification

	Ralenti	Plein régime
Vitesse au neutre	80±30 kPa	558±55 kPa
1 ^{ère} Vitesse Avant	7 KPa	241±27 kPa

➤ Pression du blocage de différentiel

C'est la pression pour engager l'embrayage de blocage de différentiel.

Conditions machine :

- ✓ Huile à 50°C ;
- ✓ Cardan déposé ;
- ✓ Différentiel bloqué ;
- ✓ 1^{ère} AV engagé ;
- ✓ RPM maxi ;

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

Après l'application de ces conditions, la pression mesurée est comparée avec la pression théorique qui est supérieure à 2620 KPa.

➤ Pression finale des embrayages de boîte de vitesse

C'est la pression maxi de chaque embrayage. La mesure se fait par huit prises de pression ().

Conditions machine :

- ✓ Cardan déposé ;
- ✓ Huile à 50° C ;
- ✓ RPM maxi ;

La figure 5.5 illustre la vue arrière gauche représentant les prises de pression du bloc de commande.

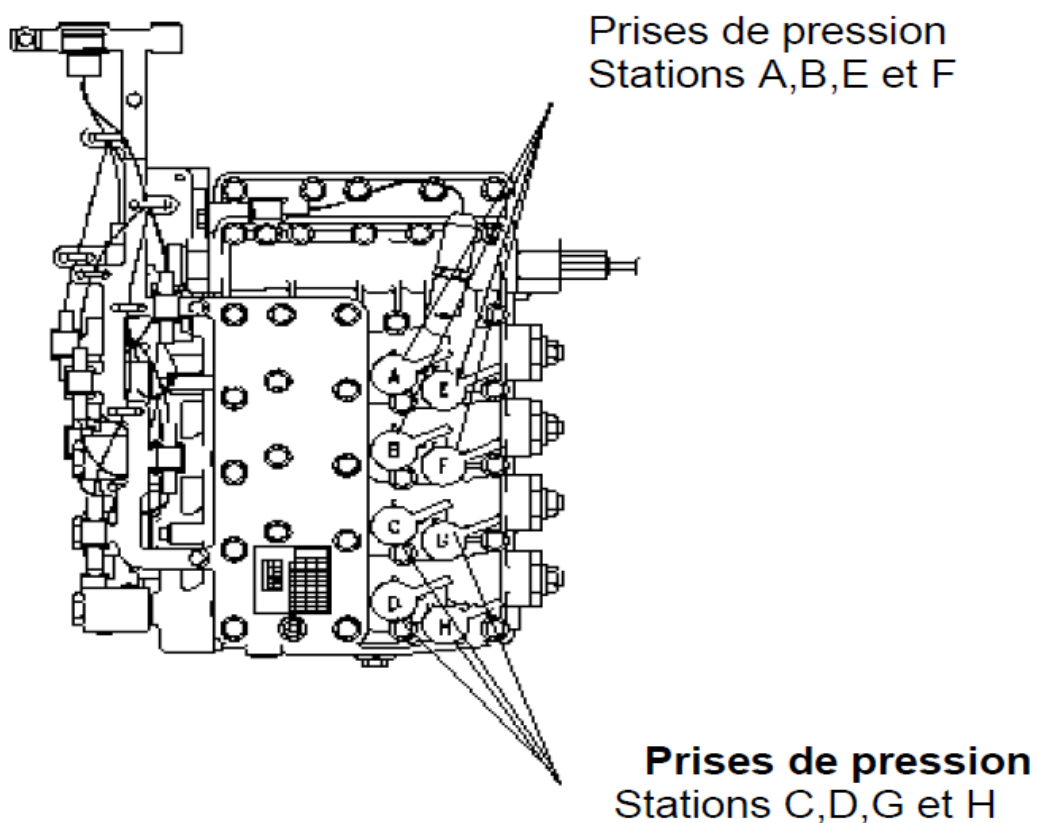


Figure 5.2 : Prises de pression bloc de commande

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

Après l'application de ces conditions, les pressions sont mesurées et comparées avec les pressions théoriques (constructeur).

Le tableau 5-3 présente les pressions finales des embrayages.

Tableau 5-3 : Pressions finales théoriques des embrayages [2]

Pression des embrayages				
Stations	Position neutre et régime ralenti	1 ^{ère} AV et régime ralenti	2 ^{ème} AV et régime ralenti	1 ^{ère} AR et régime ralenti
A	0.0 kPa	0.0 kPa	0.0 kPa	2255±110 kPa
B	0.0 kPa	2180±95 kPa	0.0 kPa	0.0 kPa
C	0.0 kPa	0.0 kPa	2350±95 kPa	0.0 kPa
D	2670±95 kPa	0.0 kPa	0.0 kPa	0.0 kPa
E	0.0 kPa	0.0 kPa	1965±110 kPa	0.0 kPa
F	0.0 kPa	2670±90 kPa	0.0 kPa	2670±90 kPa
G	2790±85 kPa	0.0 kPa	0.0 kPa	0.0 kPa
H	0.0 kPa	1540±85 kPa	1540±85 kPa	1540±85 kPa
Pression de lubrification avec un différentiel libre				
	Position neutre	1 ^{er} AV	2 ^{ème} AV	1 ^{er} AR
Ralenti	80±30 kPa	7 kPa	7 kPa	7 kPa
Plein régime	340 kPa	241±27 kPa	241±27 kPa	241±27 kPa
Pression de lubrification avec un différentiel bloqué				
	Position neutre	1 ^{ère} AV	2 ^{ème} AV	1 ^{ère} AV
Ralenti	80±30 kPa	7 kPa	7 kPa	7 kPa
Plein régime	340 kPa	241±27 kPa	241±27 kPa	241±27 kPa

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

➤ Pannes de transmission et leurs causes

Panne(1) : Boite de vitesse ne change pas les embrayages à partir de la position neutre.

Causes probables

- ✓ Le voltage de la batterie est faible (les solénoïdes ne fonctionnent pas) ;
- ✓ Levier de vitesse défaillant ;
- ✓ Limiteur de pression principale doit être révisé ;
- ✓ Le débit de la pompe de transmission n'est pas suffisant ;

Panne (2) : La boite de vitesse a perdu un embrayage

Causes probables

- ✓ Un problème dans le câblage de la commande de la boite de vitesse ;
- ✓ Levier de vitesse défaillant ;

Panne (3) : Le passage des vitesses produit des hésitations.

Causes probables

- ✓ La pression initiale des embrayages de vitesse est trop basse ;
- ✓ La pression initiale des embrayages de gamme est trop basse ;
- ✓ Une contamination dans le bloc de commande ;
- ✓ Fuite de joint d'étanchéité interne sur la boite de vitesse ;
- ✓ Une fuite interne de la pompe ;
- ✓ Limiteur de pression principale doit être révisé ;
- ✓ Bloc de commande n'a pas été calibré après la vidange de boite de vitesse ;

Panne (4) : Le passage des vitesses est dur.

Causes probables

- ✓ Ressort cassé dans le bloc de commande ;
- ✓ Un piston dans le bloc de commande est collé ;
- ✓ Bloc de commande n'a pas été calibré après la vidange de boite de vitesse ;

Panne (5) : Le passage des vitesses est lent.

Causes probables

- ✓ Désengagement d'embrayage lent ;
- ✓ Manque de réglage au niveau du bloc de commande de transmission ;
- ✓ Le frein de stationnement ne lâche pas totalement ;

3- Partie pratique

Les pressions relevées par un manomètre sur la niveleuse code DI2152401780 sont comparées avec les pressions théoriques. Des explications sont données quand il y a des décalages.

3.1 Relevé des pressions du circuit de transmission

Pour chaque relevé de pression, il faut appliquer les conditions suivantes :

- ✓ Déposition du cardan de transmission ;
- ✓ Température d'huile de transmission égale à 50°C ;

➤ Pression de la pompe de transmission

Pour mesurer la pression de la pompe, il faut bloquer le différentiel.

Le tableau 5.4 représente les pressions relevées et théoriques de la pompe de transmission.

Tableau 5.4 : Pressions de pompe de transmission

Régime moteur	Ralenti	Plein régime
Pression théorique (bars)	26.9	32.4
Pression relevée (bars)	24	28

Description

Ce décalage de pression peut être dû à une fuite interne dans la pompe de transmission, à une contamination du filtre ou à un mauvais réglage de la vis de limiteur de pression principale qui est notre cas.

En tournant la vis d'un tour, les résultats deviennent comme suit (1 tour = 2.82 bars) :

- ✓ 26.80 bars pour le régime mini ;
- ✓ 30.80 bars pour le régime maxi ;

➤ Pression de lubrification

Pour mesurer la pression de la pompe, il faut bloquer le différentiel.

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

Le tableau 5.5 représente la différence entre les pressions de lubrification théorique et pratiques :

Tableau 5-5 : Pression de lubrification

	Pression théorique		Pression relevé	
	RPM Mini	RPM Maxi	RPM Mini	RPM Maxi
Vitesse neutre	0.8±0.3bar	>3.4bars	0.5 bar	3.5 bars
Vitesse engagée	>0.07 bar	2.41 ±0.27 bars	0.1 bar	2.6 bars

Description

Les pressions d'huile de lubrification sont dans les intervalles théoriques.

➤ Pression de blocage du différentiel

Pour mesurer cette pression, il faut bloquer le différentiel, engager la 1^{ère} AV et mettre le régime moteur au maximum.

Le tableau 5.6 contient les pressions de blocage de différentiel théoriques et relevées.

Tableau 5-6 : Pression du blocage de différentiel

pression théorique	Pression relevée
> 26.2 bars	27 bars

Description

La pression du blocage de différentiel est dans les normes requises.

➤ Pression finale des embrayages de boîte de vitesse

Pour mesurer cette pression, le régime moteur est mis au maximum.

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

Le tableau 5.7 contient les pressions maximales théoriques et relevées des embrayages de boîte de vitesse.

Tableau 5-7 : Pression finale des embrayages de boîte de vitesse

Vitesse engagée	Stations	Pression théorique (bars)	Pression relevée (bars)
Neutre	D	26.7 ± 0.95	26.5
	G	27.9 ± 0.85	27.5
1 ^{ère} AV	B	21.8 ± 0.95	20
	F	26.7 ± 0.9	25
	H	15.4 ± 0.85	15
2 ^{ème} AV	C	23.5 ± 0.95	23
	E	19.65 ± 1.1	19
1 ^{ère} AR	A	22.55 ± 1.1	21.5

Description

Les pressions des embrayages B, F et A sont hors de l'intervalle donné par le constructeur, et ça revient à l'usure du segment de piston de l'embrayage ou à l'usure des disques ou plateaux d'embrayage.

3.2 Pression initiale des embrayages de boîte de vitesse

Avant de mesurer cette pression, le régime moteur est mis au maximum. Une plaque réf 139-7050 est insérée entre le bloc de contrôle des pressions de transmission et son couvercle.

Chapitre 5 : Maintenance de circuit hydraulique de transmission

Le tableau 5.8 contient les pressions initiales théoriques et relevées des embrayages de boîte de vitesse.

Tableau 5-8 : Pression initiale des embrayages de boîte de vitesse

Vitesse engagée	Station	Pression théorique (bars)	Pression relevée (bars)
Neutre	D	3.35 ± 0.2	3
	G	3.85 ± 0.2	3.5
1 ^{ère} AV	B	3.75 ± 0.2	3
	F	3.60 ± 0.2	3.2
	H	3.20 ± 0.2	3
2 ^{ème} AV	C	4.05 ± 0.2	4
	E	3.80 ± 0.2	3.5
1 ^{ère} AR	A	3.80 ± 0.2	3.4

Description

La diminution de pression dans les embrayages est due à plusieurs paramètres, tels que l'usure des segments des pistons, le mauvais réglage de la valve de modulation ou la faiblesse du ressort de modulation.

Dans notre cas, les pressions sont justes réglées par les vis de réduction de pression modulatrice.

Le nombre de tours de desserrage de la vis donne :



- ✓ D'un tour pour l'embrayage B, la pression devient 3.70 bars ;
- ✓ De trois quart de tour pour l'embrayage F, la pression devient 3.60 bars ;
- ✓ D'un demi-tour pour l'embrayage A, la pression devient 3.7 bars ;

4- Conclusion

Les prises de pression et leurs réglages sont aussi bien nécessaires qu'utiles pour la détection des pannes d'un circuit hydraulique. Ces mesures permettent d'éviter de subir les pannes ; elles permettent aussi le diagnostic des organes constituant le système hydraulique et les causes probables.

1. Introduction

La société de terrassement d'aménagement et de revêtement routier (STARR).

Initialement connue sous la dénomination de la société du parc wilaya de Tlemcen, a été créée

Par arrêté n ° 653/SP/71 du 15 mai 1971 en tant qu'entreprise publique locale, avec un apport de l'état de 10.000.000DA.

Le 20 décembre 1995 à l'entreprise est passé à l'autonomie dans le cadre de la loi 88-01 portant orientations sur les entreprises publiques économiques.

A l'origine, sous la tutelle du fonds de participation « Construction » la société a été rattachée au HOLDING – B.M.C puis transférée au HOLDING PUBLIQUE REGIONAL de l'ouest ayant son siège social au 4, Rue Hadj Ferh- 6 Hai Oussama - ORAN.

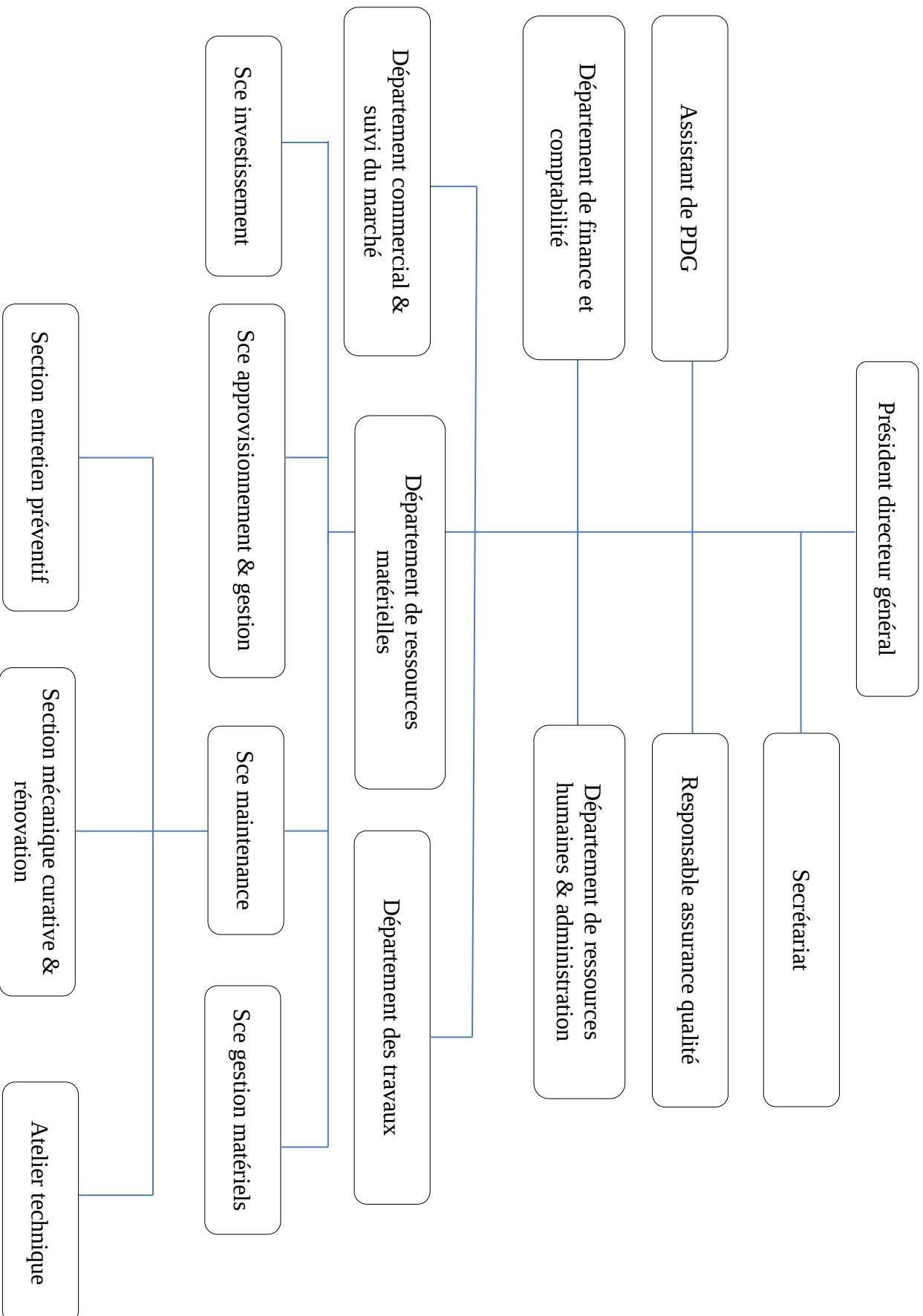
Actionnaire unique. LA STARR relève actuellement de la société de gestion des participations SGP EL –OUEST.

La superficie totale occupée est de 07 Hectares 02 Ares et 91Centiatre répartie comme suit :

Un terrain d'assiette situé à Abou – Tachfine Tlemcen propriété de l'entreprise de 04 hectares 64 ares 81 centiares.

Un terrain propriété de la société situé à Honaine (Tlemcen) d'une superficie de 02 hectares 38 ares et 10 centiares.

2. Organigramme de l'entreprise



3. Activités de l'entreprise

L'activité principale de STARR demeure les travaux de terrassement, d'aménagement et de revêtement routier.

Depuis sa création l'entreprise s'est spécialisée en ces domaines. En 1997, elle s'introduit dans les travaux de construction du barrage sekkak à travers un partenariat avec la SERROR sous la forme d'un groupement chargé de la gestion (Groupement Barrage Sekkak G.B.S.).

D'activités accessoires de prestation et de production font partie du portefeuille de société à savoir :

- ✓ Location des engins et du matériel de l'entreprise a la clientèle externe quand il y a disponibilité de ces équipements ;
- ✓ Production d'agréats pour les besoins internes de l'entreprise et d'autres produits très peu significatifs tels que béton et agglomérés ;
- ✓ Production d'enrobage à chaud et à froid ;

4. Parc de la STARR

Il dispose d'un matériel important nécessaire pour l'activité des travaux publics.

4.1 Matériel de terrassement et de revêtement

4.1.1 Types des camions

- ✓ Camion 8*4 ;
- ✓ Camion 6*4 ;
- ✓ Camion 4*2 ;
- ✓ Tracteur porte-engin ;
- ✓ Tracteur semi-remorque ;
- ✓ Camion dépanneur ;
- ✓ Epandeuse se liant ;

4.1.2 Type des engins

Engins d'extraction et/ou chargement à déplacement séquentiel :

- ✓ Pelle excavatrice ;
- ✓ Pelle retro ;

Engins de chargement à déplacement alternatif :

- ✓ Niveleuse ;
- ✓ Bulldozer ;

Engins de réglages à déplacement lent :

- ✓ Finisseur ;
- ✓ Machine à coffrage glissant ;
- ✓ Fraiseuse ;

Engins de compactage à déplacement alternatif :

- ✓ Compacteur ;
- ✓ Rouleau cylindre ;
- ✓ Rouleau duplex ;

5. Unités de production

Il y a deux unités de production d'agrégat :

- ✓ L'une de $80 \text{ m}^3/\text{h}$;
- ✓ L'autre de $40 \text{ m}^3/\text{h}$;

6. Magasin de l'entreprise

La STARR dispose d'un magasin de pièces de rechange regroupant des milliers d'articles dont une grande partie est susceptible d'être vendue aux tiers (par lot ou par l'unité).

Conclusion générale

Tous les systèmes de transmission, de direction et de contrôle composant les engins de travaux publics sont commandés hydrauliquement. D'où l'utilité de l'étude de la commande hydraulique de la niveleuse 140 H Caterpillar.

L'étude de la commande hydraulique de transmission permet de comprendre le comportement du bloc de commande, et l'importance du module électronique de commande (ECM). Il traite l'information d'entrée et dirige les signaux électriques, prend des décisions basées sur l'entrée et réponse à travers les sorties.

La particularité de la niveleuse 140H est l'intégration de cette nouvelle technologie (ECM) qui permet de s'en passer de convertisseur de couple. La transmission de mouvement moteur-boîte est une prise directe assurée par le bloc de commande.

Les prises de pression et leurs réglages sont très utiles pour la détection des pannes d'un circuit hydraulique. Ces mesures permettent d'éviter de subir les pannes et aussi de détection les défaillances de système hydraulique.

En perspective, ce travail sera élargi à étude de schéma électrique.

Références bibliographiques

- [1] : Direction des communications, 1991 *Gestion de maintenance industrielle, du Québec*,
- [2] : Marc VENANT et Pierre Serre, 2007 *Centre de Perfectionnement FRANCIS MONNOYEUR*, CAT, France.
- [3] : MEDIANA Youssef, 2013, « *Etude du circuit hydraulique de transmission et de direction et d'équipement de niveleuse CAT 140H* », PFE / maintenance industriel, Faculté Technologie Tlemcen
- [4] : Benjamin Laurent, 2010 *www.quelle-huile-moteur-choisir.com*. société Allkan SAS, France.
- [5] CAT, 2009 service manual, 140H et 160H *standard version motor graders*,

CHAPITRE 1

GESTION DE MAINTENANCE

INDUSTRIELLE

CHAPITRE 2

MATERIEL DE TRAVAUX PUBLICS

CHAPITRE 3

PRESENTATION DE LA NIVELEUSE

CAT 140H

CHAPITRE 4

ETUDE DE LA COMMANDE HYDRAULIQUE

DE LA BOITE DE VITESSE

CHAPITRE 5

MAINTENANCE DU CIRCUIT

HYDAULIQUE DE TRANSMISSION

RAPPORT DE STAGE

PRESENTATION DE LA STARR