

Contributions à l'analyse du cycle de vie d'une flotte de véhicules

JEROME DUGUAY ET DAOUD AÏT-KADI

Département de Génie Mécanique, UNIVERSITÉ LAVAL
Pavillon Adrien Pouliot, Québec (Qc), Canada, G1V 0A6
jerome.duguay.1@ulaval.ca; daoud.aitkadi@gmc.ulaval.ca

Résumé – Cet article traite de différents défis et problèmes auxquels les gestionnaires de flottes de véhicules doivent faire face dans une perspective de développement durable. Certaines considérations communes à la plupart des types de flottes sont discutées pour les étapes de l'analyse du cycle de vie d'une flotte dont : l'évaluation des besoins, la sélection et l'acquisition, l'exploitation et finalement le retrait de la flotte.

Résumé – This article deals with different challenges and problems that vehicle fleet managers must face in a sustainable development environment. Several considerations common to most types of vehicle fleets are discussed for each steps of the life cycle of a fleet including : the requirements evaluation, the selection and procurement, exploitation and lastly, the fleet retirement.

Mots clés – Gestion, Cycle de vie, Flotte

Keywords – Management, Life cycle, Fleet

1 INTRODUCTION

Dans le contexte d'aujourd'hui, les entreprises et les organisations publiques se doivent d'être de plus en plus efficaces et rigoureuses afin de demeurer compétitives sur le marché. Dans le cas d'une flotte de véhicules, cela représente un défi imposant pour les gestionnaires : comment obtenir l'équilibre parfait entre la rentabilité maximale de la flotte tout en réduisant les impacts négatifs environnementaux et sociaux des opérations? Face à cette problématique, le gestionnaire doit donc appliquer le concept de création de valeur durable afin d'assurer la prospérité de l'organisation.

Dans le cadre de la gestion d'une flotte de véhicules, le gestionnaire doit s'assurer de minimiser les coûts de possession de la flotte tout en s'assurant que la flotte répond aux besoins pour lesquels elle a été acquise. Que ce soit dans le secteur public ou privé, les gestionnaires doivent ainsi gérer leurs flottes de la manière la plus efficace possible, en optimisant l'ensemble des processus entourant la gestion du cycle de vie.

Dans la littérature, il existe plusieurs définitions des étapes que devrait contenir la gestion d'un cycle de vie d'un produit, d'un bien ou d'une flotte. Selon le Life Cycle Initiative, organisation conjointe du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP) et la Société de Toxicologie et de Chimie de l'Environnement (SETAC) [Life Cycle Initiative, 2007], le cycle de vie est défini par l'extraction de matières premières, la conception et production, l'emballage et distribution, l'utilisation et la maintenance ainsi que l'élimination. Pour cet article, le cycle de vie d'un véhicule sera une version simplifiée du modèle de Life Cycle Initiative. Il y

aura quatre phases, soit le design, la production, l'utilisation et maintenance ainsi que la fin de vie. Pour des raisons économiques, sociales et environnementales, les gestionnaires doivent également considérer le recyclage, la récupération et la réutilisation pendant ce cycle. La figure suivante démontre la représentation graphique du cycle de vie d'un véhicule.

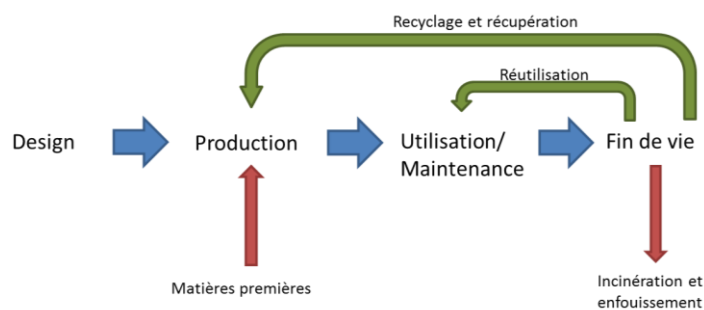


Figure 1. Le cycle de vie d'un véhicule

Dans un contexte de développement durable, un constructeur doit s'assurer d'intégrer lui-même ce concept afin d'être en mesure de vendre ses véhicules. Ce constructeur doit viser l'efficacité économique, assurer l'équité sociale et maintenir la qualité environnementale. Le concept de développement durable ne sera donc pas seulement pour la phase d'utilisation du véhicule. Des efforts doivent être investis lors du design, lors de la production ainsi qu'en fin de vie.

Ainsi, l'implication du gestionnaire d'une flotte de véhicules peut être limitée pour certaines phases du cycle de vie de la flotte à acquérir puisque ces phases sont principalement sous la responsabilité du fournisseur. Par exemple, il peut être difficile d'influencer directement le bilan carbone du cycle de vie puisque l'organisation du gestionnaire de la flotte ne sera pas impliquée dans l'extraction des matières premières, la fabrication et le pourcentage de chaque véhicule qui pourra être recyclé ou réutilisé en fin de vie. Par contre, dans le processus d'élaboration du cahier des charges, lors de l'appel d'offres et de la sélection du fournisseur, ce dernier pourra imposer des critères et contraintes afin de s'assurer que la flotte est écologiquement et socialement responsable, sans oublier qu'elle doit être rentable. Ceci étant dit, du point de vue du gestionnaire de la flotte de véhicules, le modèle de gestion du cycle de vie de la flotte sera différent de celui du cycle de vie des véhicules (figure 1). Dans cet article, un modèle simplifié et inspiré de la gestion de projet sera utilisé. Selon le Project Management Institute [PMI, 2013], la structure du cycle de vie d'un projet peut être schématisée selon les quatre étapes suivantes : démarrage du projet, organisation et préparation, exécution du travail du projet et clôture du projet. En faisant un parallèle avec la gestion d'une flotte de véhicules, le modèle de gestion du cycle de vie utilisé dans cet article sera :

- Évaluation des besoins ;
- Sélection et acquisition ;
- Implantation et exploitation ;
- Retrait de la flotte.

Cet article d'application se veut donc un survol des principales considérations qu'un gestionnaire d'une flotte de véhicules doit avoir pour chacune des quatre étapes du cycle de vie de la flotte. Ces outils pourront lui permettre une meilleure gestion et s'assurer d'une création de valeur durable pour son organisation.

2 ÉVALUATION DES BESOINS

Le gestionnaire d'une flotte doit continuellement se poser deux questions importantes :

- Est-ce que la flotte remplit mes besoins ?
- Est-ce que la flotte m'est financièrement avantageuse ?

Lorsqu'il est déterminé qu'un remplacement doit avoir lieu et que le financement est disponible, le processus de planification sera déclenché. Ainsi, on commencera tout d'abord par l'évaluation des besoins. L'entreprise ou l'organisation souhaite donc répondre à des besoins en faisant l'acquisition et l'exploitation de nouveaux véhicules. Les deux cas les plus probables sont ceux où l'organisation doit acquérir une nouvelle flotte pour répondre à un nouveau besoin et le cas où une nouvelle flotte servira à remplacer une flotte déjà en fonction, qui ne répond plus aux besoins techniques et financiers de l'organisation pour lesquels elle a été initialement acquise. Dans le deuxième cas, le désir de renouvellement de la flotte peut être initié par différents facteurs comme ; les coûts de maintenance excessifs, les véhicules désuets du point de vue technologique ou ayant dépassé leur durée de vie utile, une flotte dans un état de détérioration physique avancé ou même une flotte ne respectant plus la législation environnementale. Dans cette situation, un processus décisionnel doit donc être mis en place afin de déterminer lorsqu'un ou plusieurs véhicules doivent être remplacés. Les gestionnaires devront déterminer les indicateurs requis pour déterminer le moment optimal du remplacement.

Dans plusieurs cas, on se basera sur l'âge, le kilométrage et la condition du ou des véhicules, tandis que dans d'autres cas, on utilisera des indicateurs de coûts des réparations en comparaison au coût d'acquisition, de remplacement ou de vente [Bibona, 2003]. À l'aide de ces indicateurs, le gestionnaire pourra déterminer les priorités de remplacement pour les véhicules de sa flotte.

Pour l'évaluation des besoins, il existe différentes méthodes qui peuvent être utilisées afin d'identifier les besoins et d'en dresser un portrait. La méthode « ARM » [Marchat, 2008] propose une approche en trois étapes. Il s'agit d'analyser, de rechercher et de modéliser (ARM). Sans aller dans le détail de chacune des étapes, plusieurs outils peuvent être utilisés pour analyser les besoins. Par exemple, nous pouvons utiliser le diagramme FAST, un groupe de travail, le diagramme d'Ishikawa, une matrice multicritère, le QOQCPC, etc.

Pour l'étape de l'évaluation des besoins, des besoins plus généraux seront d'abord identifiés. Voici quelques exemples de besoins pouvant être établis par le gestionnaire de la flotte :

- Capacité requise en réponse à la demande (Manutention, agricole, excavation, transport de vrac, cargo, liquide, personnel, etc.) ;
- Puissance de feu, protection (blindage) et mobilité requise (domaine militaire) ;
- Fréquence et durée d'exploitation ;
- Consommation et empreinte carbone ;
- Autonomie minimale ;
- Fiabilité minimale ;
- Etc.

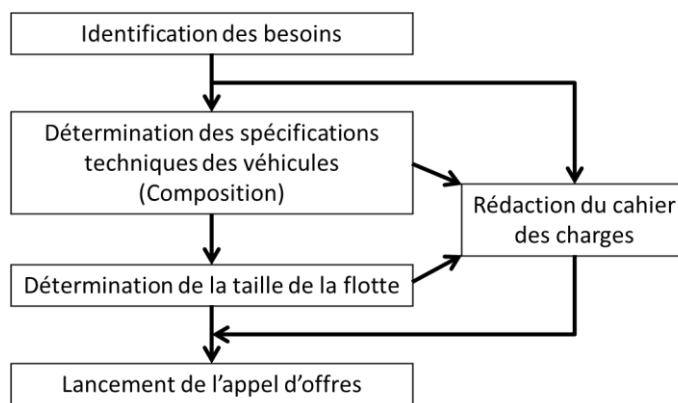


Figure 2. Processus d'évaluation des besoins

Une fois les besoins identifiés, il faut déterminer les caractéristiques des véhicules de la flotte ainsi que la taille de celle-ci, qui répondront aux besoins préalablement identifiés lors de l'analyse. Ces spécifications seront inscrites au cahier des charges, qui est généralement rédigé de façon simultanée à ces deux étapes. Ceci permet de faciliter le passage à l'appel d'offres.

2.1 Déterminer la composition de la flotte de véhicules

Il faut tout d'abord établir quelles sont les tâches et fonctions que les véhicules doivent accomplir. Même si la sélection des véhicules n'est pas faite à cette étape, les gestionnaires doivent tout de même déterminer le type de véhicule qui sera nécessaire. Par exemple, si une entreprise de transport d'écoliers souhaite faire l'acquisition d'autobus, une analyse permettra de

déterminer si dans la flotte, l'entreprise a besoin de minibus, d'autobus ou d'un mélange des deux. Ainsi, les spécifications techniques minimales des véhicules devront remplir les besoins identifiés par l'entreprise et seront inscrites dans le cahier des charges. Voici des exemples fictifs de spécifications techniques pour l'acquisition d'une flotte de taxis de luxe :

- Carburant : Essence, Octane 87 ;
- Transmission automatique ;
- Capacité de transporter jusqu'à 5 adultes assis;
- Sièges (2) avant en cuir, chauffants et ajustement électrique ;
- Banquette arrière en cuir, chauffante ;
- Suspension indépendante, barres de torsion avant et arrière ;
- Direction assistée ;
- Phares bi-xénon adaptatifs ;
- Quatre roues en alliage identiques
- Roue de secours compacte ;
- Etc.

Cette liste est sommaire, mais parfois, comme dans le cas des voitures de police ou des ambulances, il est nécessaire d'y aller dans le détail pour de nombreuses options d'équipement sur le véhicule. Il faut toutefois être prudent, car si les spécifications techniques sont nombreuses et qu'elles sont trop restrictives, le processus d'appel d'offres pourra être plus difficile. On risque que moins de soumissionnaires puissent offrir des produits pour répondre à cette demande et dans plusieurs cas, les prix des véhicules seront beaucoup plus élevés. Dans toutes les situations, une bonne compréhension des critères essentiels et facultatifs permettra de trouver des véhicules pouvant répondre aux besoins identifiés par l'entreprise.

2.2 Déterminer la taille de la flotte de véhicules

Cette étape de l'évaluation des besoins est importante puisqu'une mauvaise décision aura des répercussions importantes sur la gestion de la flotte. Une flotte trop petite amènera un niveau de service trop bas et des frais de location élevés, tandis qu'une flotte trop importante amènera des coûts d'acquisition et d'entretien trop élevés. Il faut donc trouver un juste équilibre afin de déterminer la taille optimale qui diminuera le coût total de possession de la flotte, frais de location inclus, tout en maximisant le niveau de service.

Le nombre de véhicules requis sera directement influencé par le nombre de voyages ou de tâches que l'organisation devra effectuer. Selon [Blanchard, 1984], le nombre de véhicules requis pour une période donnée se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{V}{ev + eo}$$

- N : Nombre de véhicules
 v : Nombre de voyages
 ev : Efficacité des véhicules
 eo : Efficacité des opérations

Le plus grand défi du gestionnaire dans le calcul de la taille de sa flotte sera de déterminer le nombre de voyages. À l'aide des données historiques disponibles et de prévisions, le gestionnaire sera en mesure d'estimer la demande future. Selon

le milieu dans lequel œuvre l'entreprise, cette demande en véhicules peut être constante ou variable. Un exemple de demande constante est le cas d'un parc de camion-citerne effectuant la livraison de carburant; le nombre de camions requis ne fluctuera pas beaucoup dans le temps. Pour une demande variable, nous pouvons nous imaginer une entreprise œuvrant dans un domaine saisonnier comme la construction ou le déneigement.

Lorsque nous prenons le cas d'une demande variable, il devient plus difficile de déterminer la taille optimale d'une flotte. Cette taille dépendra de la fluctuation de la demande et des coûts de location. Pour certaines flottes de véhicules, il est souvent impossible de recourir à la location lorsque l'équipement roulant est spécialisé. Dans cette situation, le gestionnaire va soit considérer une taille pour la flotte qui permettra un niveau service complet pour la période où la demande est maximale, ou il acceptera une baisse du niveau de service pendant les périodes de pointe.

Le gestionnaire rigoureux devra donc utiliser un modèle afin de calculer la taille optimale de la flotte. Dans la littérature, il existe plusieurs modèles pour déterminer la taille optimale d'une flotte. Un modèle très simple est celui de [Wyatt, 1961], pour le cas d'une demande saisonnière variable et une flotte homogène. Ce modèle sert à déterminer, pour une flotte d'une taille donnée qui n'est pas suffisante pour répondre à la demande maximale, s'il est plus avantageux d'acheter ou de louer un véhicule. En supposant un profil de la demande variable, la taille de la flotte est optimale lorsque :

$$R = \frac{f}{h - v}$$

R : Pourcentage du nombre de jours où la demande n'est pas satisfaite pour la période

f : Coût fixe par véhicule par jour

v : Coût variable par véhicule par jour d'utilisation

h : Coût de location par unité par jour

L'égalité ici haut nous permettra de trouver le nombre optimal de jours où la demande n'est pas remplie. Étant donné que cette valeur dépend de la taille de la flotte, nous pouvons facilement trouver la taille optimale de la flotte.

Dans une analyse de la taille d'une flotte, l'exactitude des données et des prévisions sur l'estimation de la demande sont cruciales pour permettre une prise de décision éclairée. Ceci aura ultimement des répercussions à long terme sur la rentabilité de la flotte.

2.3 Rédaction du cahier des charges

Dès que les besoins sont identifiés et le projet approuvé, le cahier des charges peut commencer à être rédigé. Ce référentiel servira à fournir les spécifications techniques que le fournisseur devra atteindre lorsqu'il fera une soumission en réponse à l'appel d'offres. Donc, au fur et à mesure que les spécifications techniques et la taille de la flotte sont déterminées, l'information peut être inscrite dans le cahier des charges. Cette information doit être précise et détaillée pour ne pas laisser place à l'interprétation. Ceci pourrait poser des problèmes ultérieurement lors de la soumission et de l'exécution du contrat. Dans certains cas, il est également possible que l'organisation cherchant à faire l'acquisition d'une flotte de véhicules n'ait pas

l'expertise technique requise pour déterminer les spécifications techniques requises. Pour définir ces spécifications et rédiger le cahier des charges, l'organisation devra faire appel à des entreprises de l'industrie. De cette manière, un cahier des charges plus complet et détaillé pourra être soumis dans l'appel d'offres. Par contre, il faut toujours rester prudent pour que le cahier des charges ne soit pas orienté dans le but favoriser cette même entreprise dans le processus d'appel d'offres. Il faut ainsi s'assurer d'avoir un processus impartial qui favorise la concurrence.

Un cahier des charges détaillé et précis, mais sans être trop restrictif sera très bénéfique pour l'organisation pendant l'appel d'offres, la sélection et la durée du contrat avec le fournisseur. Voici quelques exemples des sections que nous pouvons retrouver dans le cahier des charges :

- Généralités (références, normes, etc.) ;
- Soumissions et interprétation du contrat ;
- Obligations et responsabilités des parties ;
- Garanties ;
- Assurance de la qualité ;
- Spécifications techniques ;
- Approvisionnement en pièce de rechange ;
- Paiements et retenues ;
- Résiliation du contrat ;
- Etc.

Bien que toutes les parties du cahier des charges soient pertinentes, une des plus critiques sera celle qui portera sur les spécifications techniques, telles que couvertes à la section 2.1 ici haut.

Une fois le cahier des charges complété, l'organisation pourra ensuite passer à l'appel d'offres.

3 SELECTION ET ACQUISITION

La sélection et l'acquisition sont sans doute les étapes les plus importantes du cycle de vie d'une flotte de véhicules. Une planification rigoureuse et minutieuse donnera le ton à une gestion saine de la flotte pour la durée de sa vie. L'exploitation d'une flotte de véhicules se répartit sur de nombreuses années, alors si une mauvaise décision est prise pendant la planification, ce sont les niveaux de service ainsi que les coûts totaux de possession de la flotte qui en seront directement affectés.

3.1 Sélection

Une fois les soumissions reçues, l'équipe doit maintenant passer à l'analyse des soumissions afin de déterminer le meilleur produit et fournisseur. Il sera nécessaire d'établir une stratégie selon des critères de sélection afin de bien évaluer chacune des soumissions. Plusieurs critères de sélection peuvent être choisis, tels que les coûts, les garanties, la performance, etc. Ces critères pourront être quantitatifs et qualitatifs. L'équipe pourra donc procéder à une analyse quantitative et une analyse qualitative afin de déterminer d'être en mesure de déterminer quel soumissionnaire doit être choisi afin d'obtenir le meilleur produit à long terme.

3.1.1 Analyse quantitative

Lors de l'analyse des soumissions, les facteurs financiers sont probablement ceux qui influenceront le plus la prise de décision quant au choix de la flotte. Un des plus grands pièges à l'étape de sélection est de s'en tenir seulement aux coûts initiaux liés à

l'acquisition d'une flotte. Afin de prendre une décision éclairée, les gestionnaires doivent faire une analyse sur les coûts d'acquisition et d'exploitation de la flotte [Barringer, 1998]. Ces coûts peuvent survenir au début, en cours ou à la fin de la vie de la flotte. Les coûts en cours de projet peuvent être annuels ou même survenir de manière aléatoire. Voici quelques exemples de coûts à considérer pour la gestion du cycle de vie d'une flotte :

- Coûts de recherche et développement ;
- Coûts de maintenance ;
- Coûts d'opération ;
- Coûts de location ;
- Coûts de formation ;
- Etc.

Différentes méthodes peuvent donc être utilisées pour l'analyse financière du cycle de vie d'une flotte. En gestion de projet, plusieurs techniques sont proposées pour effectuer l'évaluation financière d'un projet. Nous retrouvons notamment [O'Shaughnessy, 2007]:

- Le taux de rendement comptable ;
- Le délai de récupération ;
- Le délai de récupération actualisé ;
- La valeur actuelle nette ;
- L'indice de rentabilité ;
- Le taux de rendement interne.

Une des méthodes les plus populaires et utilisées est la valeur actuelle nette (VAN). Cette méthode fait l'unanimité au sein des théoriciens de la finance parce qu'elle permet une meilleure estimation de la création de valeur [O'Shaughnessy, 2007]. L'objectif est de prévoir les flux monétaires générés par le projet et de ramener ces valeurs en dollars actualisés, c'est-à-dire en début de projet. Le début de projet est défini comme la période 0, au même moment que l'investissement initial. La VAN se calcule donc à l'aide de la formule suivante :

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FM_j}{(1 + CMPC)^j} - I$$

VAN : Valeur actuelle nette

CMPC : Coût moyen pondéré du capital

I : Investissement initial

n : Nombre total d'années

FM_j : Flux monétaires de l'année *j* pour *j* = 1,2,3, ..., *n*

Le coût moyen pondéré du capital représente le taux de rentabilité attendu des actionnaires en échange de leur investissement *I*. Ce taux est souvent nommé le taux d'actualisation et est déterminé par l'organisation. Si l'entreprise ou le projet est considéré comme plus risqué, ce taux sera plus haut étant donné que les investisseurs ou bailleurs de fonds souhaitent obtenir un retour sur investissement proportionnel au niveau de risque assumé.

Le calcul de la VAN permet donc de mesurer la rentabilité d'un projet et la valeur temporelle de l'argent est considérée. Habituellement, si la VAN est positive, ceci signifie que le projet sera rentable au minimum selon le taux d'actualisation établi.

Dans le cas des organismes publics, il est fréquent que l'exploitation d'une flotte de véhicules ne génère aucun revenu. L'organisation doit fournir un niveau de service en maintenant les coûts de gestion de la flotte à un minimum. Par exemple, une

municipalité peut exploiter une flotte de camions à ordures dans le but de fournir ce service à ses citoyens. Dans la majorité des cas, aucun revenu ne sera généré par cette exploitation. De cette manière, les calculs de la VAN reviennent à calculer les dépenses actualisées de la flotte de véhicule. Cette méthode se nomme le coût du cycle de vie (Life Cycle Cost). Le but de cette méthode est de calculer, en argent actuel, le coût total de la gestion d'une flotte de son acquisition jusqu'à son retrait. Dans le cas d'un véhicule, [Dhillon, 2010] définit le coût total du cycle de vie (LCC) de la voiture par la formule suivante :

$$LCC_C = C_a + \sum_{j=1}^n OC_j + SMC_j + USMC_j + C_d$$

LCC_C : Coût du cycle de vie du véhicule

C_a : Coût d'acquisition

n : Durée de vie prévue du véhicule en années

OC_j : Coût d'exploitation de l'année j pour $j = 1, 2, 3, \dots, n$

SMC_j : Coût de la maintenance planifiée de l'année j pour $j = 1, 2, 3, \dots, n$

$USMC_j$: Coût de la maintenance imprévue ou coûts de réparation de l'année j pour $j = 1, 2, 3, \dots, n$

C_d : Coût d'élimination du véhicule et autres coûts

Il existe de nombreux autres modèles pour calculer le coût du cycle de vie. Par exemple, le modèle de [Blanchard, 1986] permet de déterminer le coût du cycle de vie en additionnant les coûts de recherche et développement, le coût d'investissement ainsi que les coûts d'opération et maintenance. Que ce soit en utilisant la méthode de Blanchard ou en utilisant celle de Dhillon, chaque catégorie de coûts est redéfinie en de nombreuses sous-catégories. Dans leurs ouvrages, les listes de ces différents coûts sont très exhaustives et permettent beaucoup plus de précision dans le calcul du coût du cycle de vie. Tout comme la méthode de la VAN, ces coûts doivent par contre être actualisés en dollars d'aujourd'hui. Le terme utilisé en comptabilité pour cette valeur est la valeur actualisée (PV). Pour un paiement ponctuel X à une année (ou période) n pour un taux d'actualisation i , la formule est la suivante :

$$PV = X(1 + i)^{-n}$$

Pour des montants annuels Y , la formule à utiliser est la suivante :

$$PV = Y \left(\frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} \right)$$

Ainsi, les coûts d'exploitation, de maintenance planifiée ou imprévue ainsi que les coûts d'élimination doivent être actualisés. Par ailleurs, le modèle de calcul de coûts de cycle de vie de Dhillon présenté précédemment est relativement simple. Le gestionnaire peut avoir à considérer d'autres facteurs lorsqu'il analyse les coûts. Par exemple, l'inflation, les subventions, le taux d'imposition ainsi que l'amortissement sont tous des aspects susceptibles d'influencer la rentabilité et les coûts d'une flotte.

Bien que l'application du calcul de la VAN et du LCC puisse sembler simple, le défi pour les gestionnaires se situe au niveau de l'estimation des valeurs. Ces derniers doivent donc faire des prévisions quant aux coûts qui seront engendrés maintenant et

dans plusieurs années. Par ailleurs, le nombre d'années de service de la flotte doit également être estimé pour effectuer les calculs. Les gestionnaires devront donc avoir des hypothèses de planification réalistes et devront également se servir des données actuelles et historiques des véhicules afin d'effectuer ces calculs. Somme toute, si le gestionnaire fait face à trop d'incertitudes, il sera judicieux de se prévoir une marge de manœuvre et pourra augmenter le taux d'actualisation à la hausse pour s'assurer d'une certaine flexibilité.

3.1.2 Analyse qualitative

L'analyse qualitative est la plus complexe à gérer puisqu'elle est énormément influencée par des facteurs humains. Chaque personne est unique et possède sa propre perception de différents facteurs et ses opinions sont parfois basées sur des idées préconçues. Les membres de l'équipe peuvent donc influencer les gestionnaires à prendre des décisions basées sur des intuitions plutôt que fondées sur des faits. L'évaluation qualitative doit être faite de façon logique, impartiale et rationnelle afin de s'assurer que le produit choisi est le meilleur à court, moyen et long terme. Afin d'aider les gestionnaires dans l'analyse qualitative, il est préférable d'effectuer un groupe de travail avec une équipe diversifiée, afin d'obtenir différentes opinions et idées. Sans couvrir les pièges de tels groupes de travail comme la pensée de groupe (Groupthink), les différents facteurs qualitatifs peuvent être évalués le plus impartialement possibles. L'équipe peut créer une matrice afin d'évaluer chacune des soumissions selon différents critères plus subjectifs, mais importants. Les aspects environnementaux et sociaux nécessaires au développement durable sont souvent inclus à l'analyse qualitative parce qu'ils sont plus difficiles à quantifier. Au tableau suivant est présentée une matrice d'évaluation. Quelques exemples de critères qualitatifs y sont présentés.

Tableau 1. Matrice d'évaluation qualitative

	Produit #1	Produit #2	Produit #3	Produit #4
Esthétique	3	4	5	5
Confort	5	2	3	4
Empreinte de GES	4	4	5	5
Garantie	4	3	3	2
Service après-vente	5	3	3	3
Production au Canada	5	5	4	2
Réputation/stabilité de l'entreprise	4	5	4	4
Total	30	26	27	25

3.1.3 Comparaison de l'analyse quantitative et qualitative

Une fois les deux analyses complétées, le gestionnaire doit les comparaître afin de prendre une décision définitive quant au choix de la meilleure soumission. Un modèle pertinent est celui de [Couillard, 1987]. Ce modèle simple propose le calcul d'un indice de valeur IV_i pour chacun des véhicules i , selon l'équation suivante :

$$IV_i = \alpha \cdot FS_i + (1 - \alpha)FO_i$$

IV_i : Indice de valeur de l'option i

FS_i : Indice de valeur de l'option i par rapport aux critères

qualitatifs

FO_i : Indice de valeur de l'option i par rapport aux critères quantitatifs

α : Importance relative des critères qualitatifs par rapport aux critères quantitatifs pour $0 \leq \alpha \leq 1$

L'importance relative est déterminée par le gestionnaire. Pour ce qui est des indices d'évaluation des facteurs de coûts et des facteurs qualitatifs, le modèle suggère l'utilisation de la méthode hiérarchique multicritère. Bien que cette méthode n'ait pas été présentée ci-haut pour les deux types d'analyse, le gestionnaire peut tout de même déterminer des valeurs pour les indices d'évaluation. Par contre, pour l'utilisation de la formule de l'indice de valeur, il faut que les indices d'évaluation soient sur la même échelle.

Ainsi, le gestionnaire choisira l'option avec l'indice de valeur le plus élevé pour débiter ensuite le processus d'acquisition.

3.2 Acquisition

Le processus d'acquisition défini dans cet article commence après le processus de sélection pour terminer avec le début de la livraison des véhicules. Une stratégie d'acquisition sera nécessaire afin de planifier rigoureusement tous les aspects liés à cette étape. L'acquisition doit donc débiter avec la signature d'un contrat entre les deux parties. De nombreux éléments doivent être inclus au contrat afin de s'assurer d'un processus d'acquisition fluide. Il est souvent préférable de faire appel à des services professionnels avant la signature du contrat. Lorsqu'il y a un litige en cour concernant l'interprétation d'un contrat, l'avantage est généralement donné à l'acheteur, mais pour éviter une telle situation, le tout commence par un bon contrat.

Avant la signature du contrat, l'organisation doit aussi planifier l'implantation et l'exploitation de la flotte qui sera acquise. Voici quelques aspects importants à prendre en considération pendant le processus d'acquisition, qui auront des répercussions sur la gestion de la flotte :

- Acquisition des outils spécialisés ;
- Acquisition des logiciels de diagnostic ;
- Formation des techniciens et des formateurs internes ;
- Mise à jour du système informatique de gestion de la maintenance ;
- Planification de la transition entre les flottes entrantes et sortantes ;
- Élaboration d'un dossier technique pour chaque véhicule ;
- Planification du ravitaillement en pièce de rechange ;
- Infrastructures ;
- Garanties ;
- Etc.

Une fois que tous les aspects liés à la gestion à court et long terme ont été définis, considérés et planifiés, ils peuvent être inclus au contrat et le contrat peut être signé par les parties. Pour les aspects qui ne sont pas nécessairement liés au fournisseur, par exemple, l'adaptation des infrastructures existantes, le gestionnaire doit tout de même les prendre en considération afin que l'implantation de la flotte soit la plus transparente possible sur les opérations journalières.

4 IMPLANTATION ET EXPLOITATION

Lorsque le fournisseur commence à livrer les véhicules, le volet exécution du processus d'implantation ainsi que l'exploitation de

la nouvelle flotte débute aussitôt. Dans le but de minimiser les coûts et de maintenir un niveau de service adéquat, l'implantation et la transition entre les deux flottes coordonnées de façon efficace, pour ne pas affecter négativement les opérations et le service fourni.

4.1 Implantation

L'implantation d'une nouvelle flotte de véhicules est un changement organisationnel majeur au sein d'une organisation. Une mauvaise gestion du changement peut mener à des conséquences désastreuses sur la continuité des opérations et la réputation de l'organisation. Selon la taille de la flotte, il se peut que la livraison des véhicules s'effectue sur plusieurs semaines ou plusieurs mois. Dans ce cas, une synchronisation entre l'arrivée des nouveaux véhicules ainsi que du retrait des vieux véhicules devra être faite délibérément. Si l'on retire la flotte sortante trop rapidement, nous risquons d'avoir une perte de service, tandis qu'une sortie trop lente peut causer des pertes financières dues au maintien de cette flotte ou de l'espace requis pour garer les véhicules.

Un autre aspect à considérer lors de l'implantation de la flotte est la fiabilité de celle-ci. La figure ici-bas représente le taux de défaillance typique d'une composante mécanique qui suit une courbe dite en baignoire. Ceci démontre qu'en début de vie, les composantes mécaniques ont un plus haut taux de panne et par le fait même, elles sont moins fiables.

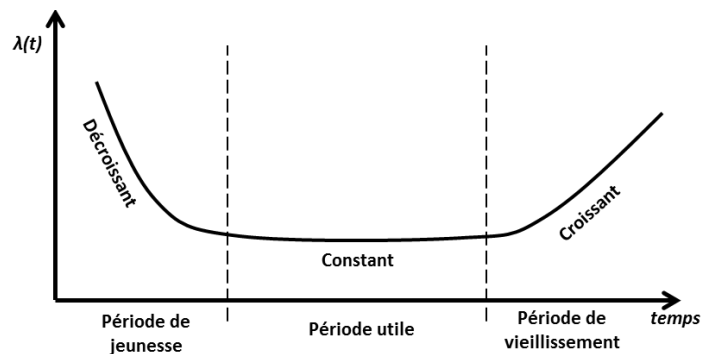


Figure 3. Taux de défaillance d'une composante mécanique

Il incombe aux fournisseurs de faire des tests afin de s'assurer que l'équipement vendu respecte certains niveaux de fiabilité. Ceci permet à l'utilisateur de ne pas ou presque pas subir les problèmes de fiabilité liés à la période de jeunesse puisque les problèmes liés au design peuvent être éliminés avant la production en grande quantité et l'utilisation par les clients. Ces tests permettent également de diminuer les pannes pendant la période utile de l'équipement. Ceci sera généralement transposé sous forme de garantie définie dans le cahier des charges et lors de la signature du contrat. Ainsi, la garantie couvrira l'équipement en totalité ou certaines pièces ou groupes de pièces pour une durée de temps ou pour un usage prédéterminé de l'équipement (kilométrage ou heures d'utilisation). Le gestionnaire peut donc profiter de la période utile où le taux de panne est le plus bas et va généralement considérer un remplacement de flotte avant d'atteindre la période de vieillissement de la flotte.

Si nous prenons le cas des véhicules qui sont déjà offerts sur le marché (off-the-shelf), il est très facile de confirmer que le produit livré est conforme aux paramètres définis dans le contrat.

Par exemple, si une organisation fait l'acquisition de 10 Honda Civic 2015, la conformité peut être facilement évaluée puisque le produit est bien connu et déjà en circulation. Dans les secteurs industriels ou même au niveau militaire, la conformité d'un produit est beaucoup plus complexe à valider. Un exemple pertinent tiré du domaine militaire est celui du projet d'acquisition du véhicule blindé tactique de patrouille (VBTP). Les Forces armées canadiennes ont octroyé un contrat à la compagnie Textron pour la livraison de 500 VBTP. Avant d'entreprendre la production des 500 véhicules, quatre prototypes ont été produits en préproduction. Le but de cette préproduction était de faire des tests rigoureux sur les véhicules afin de s'assurer qu'ils respectent plusieurs critères prédéfinis, particulièrement au niveau de la protection et mobilité. Ces tests ont permis de découvrir que les véhicules n'étaient pas conformes aux spécifications requises et la compagnie Textron a dû refaire le design de certains sous-systèmes du véhicule [DefenseNews, 2015].

Comme mentionné dans la phase d'acquisition, l'arrivée d'une nouvelle flotte nécessite l'instauration et la mise à jour de certains équipements et processus. Pendant l'implantation, les gestionnaires devront s'assurer d'évaluer l'efficacité des processus qui ont été planifiés pendant la phase d'acquisition. Par exemple, il faut valider si les outils acquis sont suffisants, si la formation donnée aux techniciens est pertinente, si la gestion du système informatique est efficace, etc. Toutes ces mesures permettent de diminuer le taux de défaillance ainsi que le temps que l'équipement est hors service.

Finalement, l'organisation doit également s'assurer que tous les permis, immatriculations et assurances ont été obtenus avant de mettre les véhicules sur la route.

4.2 Exploitation

Si la planification a été bien effectuée avant la mise en service de la flotte, l'exploitation devrait relativement bien se dérouler. Le but principal des gestionnaires à cette étape est de maximiser le niveau de service fourni par la flotte tout en minimisant les différents coûts liés à la gestion de la flotte. Il est préférable d'établir des indices de performance afin de s'assurer que la flotte de véhicules soit gérée de manière optimale. Sans tous les nommer, voici quelques indices de performance pertinents pour le gestionnaire d'une flotte de véhicules :

- Consommation de carburant ;
- Coût de la maintenance ;
- Disponibilité de l'équipement (%) ;
- Temps ou distance entre les défaillances ;
- Heures supplémentaires des mécaniciens ;
- Qualité de la maintenance ;
- Disponibilité et coût des pièces de rechange ;
- Fréquence de la maintenance préventive ;
- Etc.

La plupart des indices de performance donneront également une idée générale de l'efficacité des processus de gestion de la maintenance au sein de l'organisation. L'objectif de la maintenance est de minimiser les coûts pour la durée de l'exploitation de la flotte ainsi que maximiser le niveau de service des véhicules. Si nous revenons à la figure 3, une bonne maintenance du parc permettra de diminuer le taux de défaillance et permettra d'augmenter la période utile en repoussant la

période de vieillissement. La gestion des pièces de rechange, la formation des techniciens, l'outillage sont tous des facteurs qui peuvent influencer la qualité de la maintenance. L'organisation doit également se doter et mettre en application une bonne politique de maintenance. Cette politique, qui devra être comprise et appliquée par tous, déterminera également l'équilibre optimal entre la maintenance préventive et corrective. De cette manière, les coûts pourront être diminués et la disponibilité augmentée.

Tous ces processus sont souvent flexibles et doivent être constamment surveillés, réajustés et améliorés. Il existe différents concepts pour améliorer les systèmes de production. Un des plus intéressants pour le gestionnaire est la maintenance productive totale (TPM). Le but est de réduire à zéro les huit formes de gaspillage dans un système de production, soit la surproduction, le flux d'information, le traitement, le transport, les attentes, les inventaires et le flux de matière. Pour instaurer ce processus, le gestionnaire doit avoir le l'appui de tous les employés à tous les niveaux. Ainsi, il pourra améliorer le rendement et la productivité globale en identifiant et en éliminant les causes de perte de temps. Ces causes sont regroupées sous les 5M, soit Milieu/Environnement, Moyen/Machine, Matières Premières, Main d'œuvre et Management/Organisation. Le gestionnaire pourra donc évaluer le succès de l'implantation de la TPM selon trois critères mesurables, soit la disponibilité, la performance et la qualité. Ces trois mesures représentent le taux de rendement global.

Finalement, le gestionnaire devra surveiller l'évolution des coûts de la gestion de la flotte. La figure 4 ici-bas représente une tendance des coûts annualisés selon la durée de vie d'une flotte.

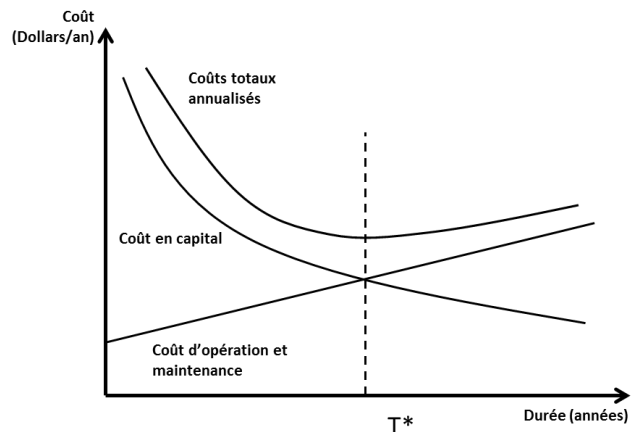


Figure 4. Coûts annualisés selon la durée de vie d'une flotte

Les coûts sont annualisés afin de permettre d'estimer le moment optimal (T*) de remplacement d'une flotte de véhicules. Comme mentionné plus haut à la phase d'évaluation des besoins, le gestionnaire devra établir des indicateurs et garder un suivi des coûts et de l'état de la flotte. Il pourra ainsi être en mesure de prendre une décision éclairée tant qu'au moment opportun de remplacer la flotte, selon les tendances observées. Selon le processus de décision en place, lorsque le gestionnaire pourra établir avec certitudes le moment où la flotte devra être remplacée, le processus de planification d'acquisition de la nouvelle flotte pourra débuter, si ce n'est pas déjà fait. Ce processus commence bien sûr par l'évaluation des besoins de la

prochaine flotte. Également, la planification du retrait de la flotte sortante pourra être enclenchée.

5 RETRAIT DE LA FLOTTE

Lorsque le processus d'évaluation des besoins est enclenché pour la sélection et l'acquisition d'une nouvelle flotte de remplacement, la planification pour le retrait total ou partiel de la vieille flotte de véhicules doit également débiter. Cette étape doit être soigneusement synchronisée avec l'implantation de la nouvelle flotte de véhicules au sein de l'organisation. Même si l'implantation d'une nouvelle flotte et le retrait de l'ancienne flotte peuvent être gérés comme des projets individuels en tant que tels, un plan conjoint sera nécessaire pour optimiser ce processus. Le but sera donc de maintenir un niveau de service acceptable, d'éviter des coûts inutiles, tout en s'assurant de la faisabilité de ce plan.

Lors du retrait de la totalité ou d'une partie de la flotte de véhicules sortante, les gestionnaires doivent s'assurer que leurs pratiques respectent les différentes lois municipales, provinciales et fédérales, tout en diminuant l'impact environnemental lié à l'incinération et à l'enfouissement. Selon l'état de la flotte ainsi que des services disponibles, les gestionnaires pourront opter pour différentes stratégies de retrait de la flotte. Pour le respect de la dimension environnementale [Golinski, 2014] propose trois stratégies (nommées les 3 « R ») de retrait des véhicules, soit réduire, réutiliser et recycler. Étant donné que la stratégie de réduction vise à diminuer les déchets et l'amélioration du recyclage pour l'ensemble des étapes du cycle de vie, et en particulier dès le design, nous focaliserons sur la réutilisation et recyclage.

5.1 Réutilisation

La valeur résiduelle d'un véhicule diminue avec l'âge et l'utilisation. Les coûts de la maintenance, quant à eux, augmentent avec l'âge, puisque le véhicule devient de moins en moins fiable. Cela peut donc être avantageux pour une organisation, de remplacer ses véhicules afin d'éviter des coûts élevés et de pouvoir profiter du fait que les véhicules aient une valeur marchande considérable pour les vendre. Lorsque nous évaluons la valeur de revente des véhicules, il faut être prudent pour ne pas surestimer cette donnée, surtout si des réparations sont à faire par l'acheteur ou le vendeur. Bien qu'une bonne gestion et un bon entretien d'une flotte puissent amener une meilleure valeur de revente, il est possible que le marché ne soit pas en mesure d'accueillir les véhicules au prix souhaité. Par exemple, si un service de police souhaitait vendre cent de leurs vieux véhicules, il serait beaucoup plus difficile de trouver un ou des intéressés au niveau public ou privé, que si en comparaison le même de service de police voulait vendre que dix véhicules.

Dans certaines organisations, il est possible que les véhicules ne puissent être vendus ou même donnés à d'autres organisations. Si nous prenons encore l'exemple des Forces armées canadiennes, les véhicules tactiques en fin de vie doivent être démilitarisés avant d'être donnés ou vendus. Dans certains cas, la démilitarisation peut simplement signifier que le système d'armement doit être enlevé tandis que dans d'autres cas, des véhicules doivent être découpés en morceaux. Dans de très rares cas, les véhicules peuvent être vendus à des services de police ou à d'autres nations de l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord (OTAN).

Une autre dimension à la réutilisation des véhicules est les pièces. Lorsque c'est avantageux pour l'entreprise, il est possible de récupérer les pièces des vieux véhicules afin de les réutiliser ultérieurement, particulièrement quand le retrait d'une flotte est partiel. Cette façon de faire peut par contre amener des problèmes importants de fiabilité étant donné que les pièces peuvent être usées. Dans plusieurs cas, il est quand même possible de les faire réusinier afin de remettre des pièces quasi neuves dans les stocks de pièces.

Finalement, une autre façon de réutiliser une flotte de véhicules est en prolongeant sa durée de vie. Lors de l'évaluation des besoins d'une flotte et avant de passer à l'étape de sélection, il est possible qu'une organisation constate qu'un programme de prolongation de la vie des véhicules de la flotte serait plus avantageux que l'achat d'une nouvelle flotte. Avec ce programme, il sera possible de faire passer la flotte à travers une cure de rajeunissement, en remplaçant les composantes les plus susceptibles de raccourcir la durée de vie de l'équipement roulant.

5.2 Recyclage

Si l'organisation n'est pas en mesure de trouver une nouvelle vocation à sa flotte, le recyclage est une meilleure option, surtout du point de vue environnemental. Selon [Recyc-Québec, 2008], 80 % du poids des véhicules routiers de moins de 3 000 kg est recyclé ou valorisé au Québec. Bien que les gestionnaires n'aient pas d'influence sur le pourcentage non recyclable au moment de retirer la flotte, l'aspect environnemental doit être pris en considération dès le début du cycle de vie. Lors de l'évaluation des besoins, les gestionnaires peuvent s'assurer qu'un plus grand pourcentage de la masse des véhicules pourra être recyclé en fin de vie. Il faut être prudent quant aux contraintes environnementales qui seront incluses dans le cahier des charges, puisque si elles sont trop restrictives, il est possible qu'il y ait moins de soumissionnaires ou que les prix soient plus élevés à l'achat. Il s'agit d'y trouver un équilibre entre ces deux aspects.

6 CONCLUSION

Le présent article visait à fournir quelques contributions à l'analyse du cycle de vie d'une flotte de véhicules. Le projet débute par une évaluation des besoins, la sélection et l'acquisition de la flotte, puis sa mise en exploitation et son retrait une fois une fois ses performances ne répondent plus aux exigences économiques, environnementales et sociales. Un processus de revue et d'amélioration continue permet de se questionner sur la pertinence et l'efficacité de tous les processus englobant la gestion de la flotte, et ce, tout au long de son cycle de vie.

Indépendamment du modèle utilisé, il faut optimiser le niveau de service afin de satisfaire les besoins et les demandes, tout en s'assurant de la rentabilité, de l'équité sociale ainsi que le maintien de la qualité environnementale. Le gestionnaire doit ainsi s'inspirer des meilleures pratiques et les mettre en œuvre afin de répondre efficacement aux besoins identifiés.

7 REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour le soutien financier accordé à l'équipe de recherche.

8 REFERENCES

- Barringer, H.P., (1998) Life cycle cost and good practices, *NPRA Maintenance Conference – MC-98-97*, San Antonio Texas, 19-22 mai.
- Bibona, S., (2003) Establishing a cost effective fleet replacement program, *Fleet Financials*, January/February 2003.
- Blanchard, B.S., (1986) Logistics engineering and management, 3rd Edition, Prentice Hall : New Jersey, USA.
- Couillard, J., (1984) Forecasting fleet size, Université d'Ottawa: Ottawa p.12.
- Couillard, J., (1987) Un système d'aide à la planification d'une flotte de véhicules dans l'industrie du transport routier des marchandises, Thèse de doctorat, Université Laval: Québec.
- DefenseNews, (2015) Textron Faces Last Chance on Canadian Vehicle, <http://www.defensenews.com/story/defense/land/vehicles/2015/04/18/canada-vehicle-armored-textron-mobility-tapv-army/25871299/>, consulté le 15 mai 2015.
- Dhillon, B.S., (2010) Life Cycle Costing for Engineers, CRC Press: Boca Raton.
- Golinska, P., Kosacka, M., (2014) Environmental friendly practices in the automotive industry, *Environmental Issues in Automotive Industry*, Springer: Berlin pp. 3-22.
- Life Cycle Initiative, (2007) Life Cycle Management – A business guide to sustainability, United Nations Environment Programme.
- Marchat, H., (2015) Gestion de projet par étapes – Analyse des besoins, Eyrolles Éditions d'Organisation : Paris, pp. 1-11.
- O'Shaughnessy, W., (2007) Évaluation de la faisabilité financière des projets et la création de valeur, Les éditions SMG: Trois-Rivières.
- Project Management Institute, (2013) A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 5th Ed., PMI: Newtown Square.
- RECYC-QUÉBEC, (2008) Les véhicules hors d'usage – Fiche d'information, Gouvernement du Québec.
- Wyatt, J.K., (1961) Optimal fleet size, *Operational Research Quarterly*, Vol. 12, p.186.