

Chariots de manutention

Critères de choix

par **Guy de CLOSETS**

Ingénieur de l'École centrale de Paris
Ancien ingénieur Fenwick-Manutention

1. Caractéristiques des charges	A 9 208 - 2
2. Analyse des tâches	— 2
3. Définition de l'environnement et des contraintes	— 2
4. Choix des caractéristiques des chariots élévateurs	— 3
4.1 Hauteur d'élévation	— 3
4.2 Type de mât	— 5
4.3 Type de levée	— 5
5. Détermination des besoins quantitatifs	— 5
6. Bilan économique	— 5
7. Achat de matériel ou de service	— 6
Pour en savoir plus	Doc. A 9 210

Le choix d'un chariot de manutention ne se réduit pas à la détermination d'un certain nombre de caractéristiques techniques. Il doit souvent être la conclusion d'une étude complète mettant en cause l'organisation et les méthodes de travail. C'est tout particulièrement le cas des **chariots de magasin** qui sont traités dans l'article (A 9 204) où sont présentés la démarche permettant de choisir un type d'organisation de magasin et les matériels qui en découlent. De même les **chariots spéciaux**, traités dans l'article (A 9 207), sont adaptés à des problèmes particuliers, et dans l'article (A 9 203) on trouvera les bases de choix et de la mise en place d'un service de manutention tractée.

La détermination précise des caractéristiques des charges est la première étape du choix d'un chariot. Elle conditionne en effet la capacité nécessaire, mais parfois les caractéristiques de l'appareil.

Une analyse complète des tâches à assurer est indispensable pour obtenir une bonne adaptation ergonomique pour les différents travaux exécutés par le conducteur.

Les contraintes, d'environnement en particulier, doivent également être identifiées dès le début de l'étude car elles conditionnent le type d'appareils à retenir. Leur nombre se détermine à partir de l'analyse de la charge de travail prévisionnelle.

Enfin, les chariots automoteurs possèdent des particularités qui sont à prendre en compte dans le calcul économique.

1. Caractéristiques des charges

Le poids et les dimensions des charges sont les premiers éléments à déterminer. Ils permettent de calculer [A 9 202] les capacités effective et nominale nécessaires. On n'omettra pas de prendre en compte dans le calcul de la capacité de l'appareil, la hauteur des charges, lorsqu'elle dépasse la hauteur normalisée.

Si la détermination du centre de gravité d'une charge ne présente en général aucune difficulté, on devra toutefois s'assurer de l'homogénéité des charges et de l'absence de tout déport de charge accidentel, par exemple lors d'un déversement de charge vers l'avant.

S'il paraît fort simple à première vue de rassembler ces éléments, l'expérience montre que, d'une part, ils ne sont pas toujours connus avec précision et de manière complète et que, d'autre part, il est nécessaire d'anticiper sur l'évolution des besoins car la logistique doit toujours pouvoir s'adapter à l'évolution des besoins. On ne doit pas oublier, en particulier, que l'augmentation de la charge unitaire est le moyen le plus efficace pour améliorer la productivité d'un cycle de manutention discontinue. De nombreuses contraintes s'y opposent bien souvent, notamment lorsque l'on approche de la phase terminale du processus d'élaboration et de distribution vers le client final. Il n'en demeure pas moins que cette augmentation de la charge unitaire est une tendance lourde de la manutention discontinue et conduit parfois à la réalisation de chariots spéciaux [A 9 207] ou d'équipements adaptés pour manutention simultanée de plusieurs palettes ([A 9 202], § 4). Cette augmentation de la charge unitaire apporte, par ailleurs, des économies sur le processus de fabrication : réduction des pertes de matière et des temps morts des installations de production.

La remise en cause de la charge unitaire, en recourant si besoin est à un équipement approprié, peut également être un moyen efficace de réduction des coûts. Tel est le cas, par exemple, de la suppression du cerclage de tôles ou autres produits en feuilles, en utilisant un appareil muni d'un presseur pour stabiliser les charges en cours de transport. La suppression de la palette, sur certaines portions du circuit au moins, les transports en particulier, est également une source d'économies importantes mais nécessite des études tant pour les postes de fabrication que pour les appareils de manutention et même chez les différents destinataires.

Dans le cas d'un chariot avec équipement, on pourra faire un calcul estimatif de la capacité effective nécessaire en tenant compte de son poids propre et du déport de charge qu'il entraîne, mais on doit se souvenir que c'est le constructeur du chariot ou de l'équipement qui est seul habilité à définir la capacité d'un chariot.

Parmi les caractéristiques des charges à mettre en évidence, figure la **fragilité aux secousses** qui pourra conduire à adopter un chariot sur pneumatiques et à prévoir un amortisseur oléopneumatique.

2. Analyse des tâches

Les principales données, concernant les manutentions à assurer avec l'appareil, sont les **hauteurs de gerbage** qui, avec le **poids des charges**, permettront de calculer les caractéristiques du mât élévateur et la capacité effective nécessaire. Les **distances à parcourir** permettent de choisir le type d'appareil le mieux approprié.

L'analyse détaillée des tâches à réaliser est essentielle pour le choix des caractéristiques à exiger d'un appareil de manutention. C'est tout particulièrement le cas pour les chariots de magasin en raison de la diversité des tâches annexes remplies par le conducteur [A 9 204]. Toutefois, comme toujours dans les études de manutention, on devra élargir suffisamment le champs d'investigation pour traquer les gains potentiels annexes. Ainsi peut-on être

amené à choisir de préférence un chariot à accessibilité très facile, à poste de conduite debout par exemple.

On devra également tenir compte des nombreuses utilisations possibles du chariot de manutention pour en exploiter toutes les possibilités, en n'oubliant pas l'interdiction totale, à partir du 1^{er} janvier 2000, d'utiliser un appareil de manutention de charge pour l'élévation de personnes [A 9 209].

Les possibilités d'adaptation d'équipements de communication et d'informatique doivent être mises à profit pour enrichir les tâches confiées au conducteur qui peut jouer un rôle important de liaison entre différents intervenants et améliorer ainsi la réactivité du système logistique. Les principaux constructeurs sont en mesure de proposer des solutions.

3. Définition de l'environnement et des contraintes

La réduction des nuisances pour les travailleurs est le premier impératif à prendre en compte dans le choix d'un chariot de manutention. Le mode d'énergie est essentiel dans ce domaine, pour la qualité de l'air comme pour le bruit. Les éléments de comparaison entre chariots thermiques et électriques sont développés dans l'article [A 9 201], § 1. On y trouvera, ainsi que dans l'article [A 9 209], les prescriptions relatives aux installations de stockage de GPL pour les chariots thermiques et des salles de charge de batteries pour les chariots électriques.

La **qualité des sols** existants est également un facteur de choix important. Il guide évidemment le choix entre pneumatiques, pneus pleins ou bandages, mais en outre il peut interdire certains matériels trop rapides, dans le cas de sols constamment mouillés et glissants par exemple. Dans certains locaux dont l'aspect des sols doit être préservé, on sera amené à choisir des chariots sur bandages « non tachants » en polyuréthane.

Pour l'utilisation en étage, le choix pourra être déterminé par la résistance des planchers ([A 9 201], § 6).

L'utilisation de chariots automoteurs dans des **ambiances agressives** nécessite des protections particulières qui font l'objet de l'article [A 9 207]. Il s'agit, en premier lieu, de la protection contre les ambiances froides : travail en chambre froide ou en extérieur en ambiance hivernale. On trouvera également dans l'article [A 9 201], les indications sur l'incidence des basses températures sur les batteries de traction.

Les chariots automoteurs sont parfois utilisés dans des ambiances à forte humidité, souvent également corrosive. C'est le cas des engins travaillant dans les ports, mais également dans les exploitations ostréicoles, les installations de traitement du poisson, les industries et commerces des peaux et cuirs, de très nombreuses industries alimentaires et chimiques. On trouve bien souvent réunies ambiances humide, corrosive et abrasive du fait de la présence de nombreux grains ou cristaux de sable, poussière, sel, etc. On devra, dans tous les cas, étudier en détail avec le ou les fournisseurs consultés les protections et garanties proposées.

L'ambiance de travail peut également justifier des **exigences particulières** pour les caractéristiques du chariot. On rejoint ici le **critère d'ergonomie** ([A 9 201], § 7) qui doit prendre en compte les conditions de travail particulières de chaque application pour assurer une bonne protection du conducteur, minimiser les risques d'accidents en assurant la meilleure visibilité possible et éviter au conducteur les postures susceptibles de provoquer à la longue des atteintes douloureuses du squelette. Ces critères ergonomiques sont particulièrement importants pour les appareils évoluant dans des espaces restreints comme les chariots de magasins ou ceux effectuant des chargements et déchargements de véhicules.

Pour les appareils appelés à évoluer au milieu de nombreux piétons (marchés et magasins de vente), certains points de sécurité : (visibilité, freinage, éclairage et signalisation) auront une importance toute particulière.

4. Choix des caractéristiques des chariots élévateurs

Lorsque les données relatives à la charge, aux tâches, à l'environnement sont rassemblées, il est possible de définir la famille de chariots à retenir : chariot à fourche en porte-à-faux, chariot à fourche rétractable, transpalette, à conducteur porté ou accompagnant, etc. La présentation des différents chariots automoteurs figurant dans l'article [A 9 200] et illustrée par le tableau synthétique de la figure 1 pourra servir de guide pour ce choix.

Pour certaines familles de chariots, il y aura lieu de se reporter au chapitre correspondant du présent article. Tel est le cas des tracteurs et remorques [A 9 203], pour les chariots tous terrains [A 9 205] et les différents chariots spéciaux [A 9 208]. Dans l'article [A 9 204], on trouvera les éléments de choix des appareils de magasin, incluant l'ensemble des chariots à conducteur.

Les tableaux 1 et 2, extraits de la brochure INRS ED 812 (signalée dans l'article [A 9 200]), donnent des recommandations de choix des types d'appareils.

Dans le cas d'un chariot élévateur, il faudra encore définir l'ensemble élévateur. On doit déterminer successivement :

- la hauteur d'élévation nécessaire ;
- le type de mât : double, triple ou quadruple ;
- le type de levée : levée libre réduite ou totale [A 9 202].

Le développement qui suit ne concerne pas les chariots de magasin, en particulier les bi et tridirectionnels qui nécessitent une étude approfondie en liaison avec le constructeur.

Les calculs font intervenir des jeux en hauteur qui ne peuvent être fixés qu'après réflexion et, éventuellement, essais. En effet, on peut être tenté, en présence de contraintes particulières, d'adopter des valeurs trop réduites. Elles entraînent toujours un allongement des temps opératoires et des risques d'accident. Il sera intéressant pour certains jeux, tels que pour le passage sous les **points bas des allées de circulation**, de fixer des valeurs standards et d'attirer l'attention par une signalisation sur les passages ne respectant pas cette norme.

Pour le **jeu haut en cours de gerbage**, on pourra retenir des valeurs faibles pour certaines opérations bien particulières telles que les gerbages en camions et wagons.

Enfin, le **jeu pour dépose d'une charge en hauteur** dépendra de la hauteur de gerbage, ainsi pourra-t-on adopter une valeur de 0,05 m seulement pour un gerbage en deuxième niveau dans un véhicule. Au contraire, pour des gerbages à grande hauteur, il sera nécessaire de prévoir un jeu nettement plus important et si possible de prévoir un dispositif d'assistance tel qu'un sélecteur de niveau.

4.1 Hauteur d'élévation

La hauteur d'élévation nécessaire est égale à la hauteur du dernier niveau de pose augmentée de la hauteur de la base de la palette (généralement 100 ou 125 mm) et du jeu de sécurité sous la charge. Ce dernier est variable suivant la hauteur de gerbage, la nature des charges et les conditions d'environnement. On peut, en général, retenir une valeur de 100 à 150 mm.

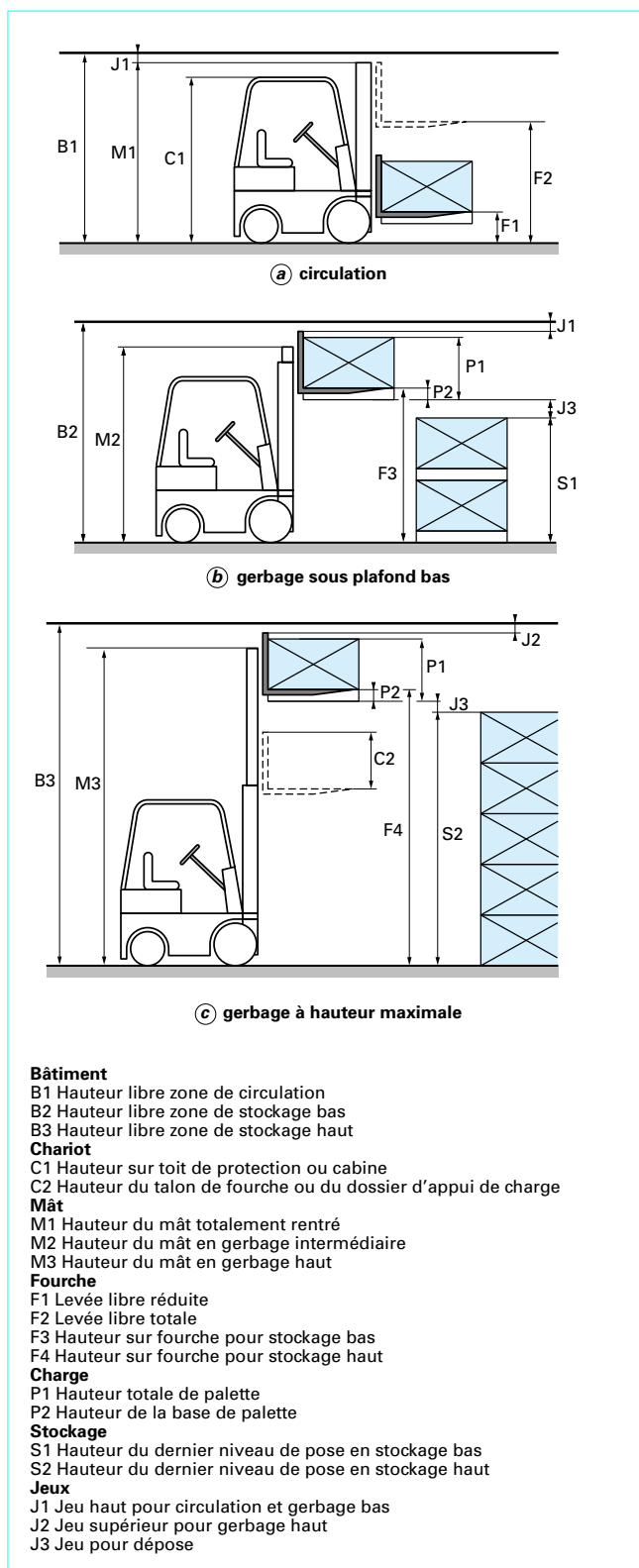


Figure 1 – Choix d'un mât élévateur

Tableau 1 – Classement selon la nature des opérations à effectuer

Caractéristiques	Transpalette	Gerbeurs	Tracteurs	Porte-à-faux électriques	Porte-à-faux thermiques	Retractable	Tridirectionnels	Tridirectionnels à nacelle élevable	Préparateurs commande au sol	Préparateurs commande à nacelle
Chargement-déchargement :										
- à quai	●	●		●	●					
- au sol		●		●	●					
Transport	●	●	●	●	●				●	
Stockage :										
- sur bon sol										
0 à 5 m		●		●	●	●	●	●		
5 à 6 m				●	●	●	●	●		
6 à 10 m						●	●	●		
10 à 14 m							●	●		
- sur sol difficile										
0 à 5 m				●	●	●				
5 à 6 m				●	●	●				
6 à 10 m						●				
10 à 14 m	impossible	impossible	impossible	impossible	impossible	impossible	impossible	impossible	impossible	impossible
Préparation de commande :										
- au sol								●	●	●
- en hauteur								●		●

Tableau 2 – Classement selon la fréquence des opérations et la distance à parcourir

Engagement	Distance à parcourir	Transpalette		Gerbeurs		Tracteurs	Porte-à-faux électriques	Porte-à-faux thermiques	Retracts	Tridirectionnels	Tridirectionnels à nacelle élevable	Préparateurs commande au sol	Préparateurs commande à nacelle
		à pied	portées	à pied	portés								
Occasionnel une à deux fois par semaine	courte : 30 m maxi	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	moyenne : 30 m à 100 m .	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	longue : plus de 100 m	●	●	●	●	●	●	●	●	possible	possible	●	●
Intermittent une à deux fois par jour	courte : 30 m maxi	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	moyenne : 30 m à 100 m .	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	longue : plus de 100 m	●	●	●	●	●	●	●	●	possible	possible	●	●
Régulier	courte : 30 m maxi	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	moyenne : 30 m à 100 m .		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	longue : plus de 100 m		●		●	●	●	●	●	possible	possible	●	●
Intense engagé à plein temps	courte : 30 m maxi	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	moyenne : 30 m à 100		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	longue : plus de 100 m		●		●	●	●	●	●	possible	possible	possible	possible

Pour un chariot doté de certains équipements tels que des pinces, éperon, etc., une correction doit être apportée pour que la charge puisse être saisie dans les conditions prévues par le constructeur de l'équipement.

Ayant calculé la hauteur d'élévation nécessaire pour effectuer les gerbages prévus, **on devra s'assurer de l'absence de risques de heurts entre le haut du chariot et les parties les plus basses de la superstructure du bâtiment dans la zone de travail.**

Le point le plus haut risquant d'interférer avec les superstructures du bâtiment peut être, suivant les cas, le sommet de la charge

ou le haut du talon de fourche, du dossier d'appui de charge ou d'un équipement tel qu'un presseur.

La **hauteur utile** du bâtiment sera la hauteur réelle (en prenant soin de vérifier l'absence de canalisation ou autre obstacle ponctuel non porté sur les plans) diminuée du **jeu de sécurité**. Ce dernier dépend, évidemment, de la hauteur du bâtiment ; il peut aller de 0,05 m pour des locaux bas, des véhicules par exemple, à 0,20 m dans le cas le plus général.

Le choix d'une hauteur de mât existant dans la gamme du fournisser permet de réduire les coûts et les délais de livraison, tant pour le matériel neuf que pour les pièces de rechange.

Le matériel retenu aura donc, le plus souvent, une levée supérieure à ce qui est nécessaire et on pourra demander au fournisseur de poser un **limiteur de levée** (par exemple au moyen d'une bague dans les vérins d'élévation).

4.2 Type de mât

Une fois fixée la hauteur de levée du chariot, on devra déterminer le type de mât : (levée simple, double, triple ou même quadruple) permettant d'offrir la hauteur d'élévation nécessaire sans dépasser la hauteur hors tout admissible en position basse. Cette dernière correspond à la **hauteur libre minimale** dans les zones de circulation et de passage de portes augmentée d'un jeu de 0,10 à 0,20 m.

4.3 Type de levée

Dans certains cas d'utilisation, il est encore nécessaire de déterminer la **levée libre nécessaire**.

On a indiqué dans l'article [A 9 202], que l'on appelle **levée libre** le premier temps d'élévation qui se fait, depuis la position basse, sans déploiement du montant mobile, c'est-à-dire sans augmentation de la hauteur hors tout de l'appareil. Les appareils courants ont une **levée libre réduite** de 0,15 m à 0,50 m.

On peut obtenir une **levée libre totale** en utilisant deux vérins, séparés ou concentriques, à la place du ou de chacun des vérins d'élévation. On peut ainsi élever la porte-fourche jusqu'en haut du dernier montant mobile avant de commencer l'élévation de ce dernier. Ainsi jusqu'à l'élévation maximale, le haut du mât élévateur ne dépasse jamais le sommet de la partie verticale de la fourche qui alors conditionne seule la possibilité de gerbage sous une hauteur de plafond quelconque.

Une levée libre totale est nécessaire lorsqu'on veut utiliser un même appareil pour faire du gerbage à la fois à grande hauteur dans certaines zones et sous plafond bas dans d'autres. Les cas les plus fréquents sont les chargements et déchargements de véhicules, la desserte de chambres froides et de magasins bas, le stockage sous planchers ou mezzanines, etc.

On doit toutefois s'assurer que ce dispositif, moins courant et plus onéreux, est bien indispensable car, très souvent au cours de l'élévation de la fourche, le sommet de la charge dépasse rapidement le sommet du mât.

On vérifiera donc que, à la hauteur d'élévation nécessaire pour le gerbage bas, le sommet du mât n'engagera pas le gabarit en hauteur disponible. Comme on l'a vu dans l'encadré, celui-ci est égal à la hauteur libre diminuée du jeu de sécurité qui peut descendre jusqu'à 0,05 m.

On devra donc calculer la hauteur du sommet du montant mobile pour la hauteur d'élévation de la fourche correspondant au gerbage prévu. On calculera la hauteur du montant ainsi déployé en ajoutant à sa hauteur hors tout en position basse (qui peut être inférieure à celle du chariot), la hauteur de déploiement du (ou des) montant mobile(s). Celle-ci est égale à la moitié de l'élévation de la fourche au-dessus de la levée libre dans le cas d'un **mât double** ; c'est-à-dire en se référant à la figure 1 :

$$M2 = M1 + 0,5(F3 - F1)$$

Pour un **mât triple**, le déploiement du mât mobile n'est plus que du tiers de l'élévation de la fourche au-dessus de la levée libre, soit avec les notations de la figure 1 :

$$M2 = M1 + 0,33(F3 - F1)$$

Enfin, avec un **mât quadruple**, la formule devient :

$$M2 = M1 + 0,25(F3 - F1)$$

5. Détermination des besoins quantitatifs

Il peut souvent paraître difficile, à première vue, de déterminer les besoins en chariots de manutention, tant leur utilisation est variée et leur zone d'activité étendue.

On ne peut pas étudier l'engagement de ce type de matériel sans considérer, en même temps, celui de l'homme qui l'utilise. Or, ce dernier assure, de plus en plus souvent, des tâches très variées qui ne nécessitent pas l'utilisation du chariot. Ceci est surtout vrai pour les chariots de magasin, mais l'est aussi pour bien d'autres comme ceux utilisés sur les quais de réception ou d'expédition. C'est également le cas des appareils, généralement à conducteur accompagnant, mis à la disposition des ouvriers de chaînes de montage pour leur permettre de s'approvisionner en pièces et organes à monter. Le calcul du besoin s'apparente alors, de fort près, à celui des différents outillages équipant les postes de travail de production. On peut dire, en règle générale, que l'engagement des hommes prime alors sur celui des matériels. C'est donc par là qu'il convient d'aborder la détermination des besoins.

Les études menées chez les grands utilisateurs (Régie Renault) dès les années 1950 ont montré qu'il était possible de **déterminer des temps élémentaires** utilisables pour calculer l'engagement des matériels. Des organismes, comme l'AFT-IFTIM, diffusent des **logiciels de calcul de temps d'opération** et assurent des formations pour leur utilisation. Les grands constructeurs de chariots automoteurs ont, pour la plupart, mis au point de tels outils d'analyse. On doit insister sur la nécessité de valider, par des chronométrages, les temps élémentaires avant de les appliquer à des matériels modernes à hautes performances, en particulier pour les appareils comme les chariots de magasin effectuant des tâches complexes et comportant des dispositifs d'assistance et d'automatisme.

Comme pour toute détermination d'engagement de machine assurant des tâches variées, il convient de **dresser la liste des opérations avec leurs caractéristiques** : importance de la charge, longueur du trajet, hauteur de gerbage, conditions particulières. Ces paramètres permettent de déterminer les temps élémentaires à appliquer. On notera également la fréquence de chaque tâche ainsi que leur niveau de priorité. Les opérations d'entretien à réaliser par le conducteur, en début ou fin de poste, doivent être prises en compte. Il s'agit, dans le cas d'un appareil thermique, du plein de carburant, des contrôles de niveau d'eau et d'huile, le cas échéant de la pression des pneus. Pour un appareil électrique, il s'agira de la mise en charge, voire de l'échange de la batterie, de la mise à niveau de l'électrolyte lorsqu'elle n'est pas assurée par un spécialiste. Il est à noter que ces opérations nécessitent parfois un déplacement assez long.

Enfin, pour les appareils assurant la desserte d'installations de production coûteuses, presses d'embouteillage par exemple, ou de quais de chargement ou de déchargement, des relevés d'activité et des calculs statistiques, voire des calculs d'analyse de phénomènes stochastiques, seront nécessaires pour garantir un taux de service satisfaisant.

6. Bilan économique

Ainsi qu'il a été indiqué dans l'introduction générale [A 9 200], le calcul économique d'un projet, comportant un ou des chariots automoteurs, doit tenir compte de la spécificité de ces matériels.

On pourra ainsi tenir compte de la réalisation fractionnée et échelonnée de l'investissement en fonction de l'évolution de la production, des utilisations annexes éventuelles du matériel, de sa valeur résiduelle, de revente ou de réemploi, en fin d'exploitation

ou en cas de changement des données du problème. Ces éléments peuvent avoir une influence non négligeable dans un calcul de risque. L'assurance de continuité de service peut également être un élément de choix déterminant.

7. Achat de matériel ou de service

Les différentes formules de location offertes par les constructeurs et les loueurs sont particulièrement adaptées aux engins mobiles et en particulier aux chariots de manutention.

La location permet de libérer des capacités d'investissement de l'entreprise pour des projets de plus grande importance stratégi-

que. Elle procure une connaissance plus précise des coûts de fonctionnement pour l'établissement des budgets. Enfin, elle constitue un moyen efficace pour alléger les services généraux de gestion de parc et une garantie de souplesse d'adaptation à l'évolution des besoins.

Les formules offertes sont nombreuses et les modalités variées permettant de répondre à toutes les demandes. Elles peuvent concerner le matériel seul, en location pure ou en location-vente, ou le matériel et son entretien. Cette dernière solution présente en outre l'avantage de déléguer la responsabilité du respect de la réglementation concernant la conformité et l'entretien du matériel. L'abondance des textes, leur diversité et leur constante évolution justifient tout à fait le recours à des spécialistes qui ne peut se justifier que dans des entreprises de taille importante.

La logistique est d'ailleurs une activité qui est de plus en plus souvent sous-traitée. On se reportera à l'ensemble des articles de la rubrique « Gestion des flux » dans ce traité.