

## Chantiers de construction : prévention des risques, logistique et avantage économique

## L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les Carsat, Cramif, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les Carsat. Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

## Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'île-de France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, la caisse régionale d'assurance maladie d'île-de France et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.  
Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle).  
La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

# Chantiers de construction : prévention des risques, logistique et avantage économique



Ce document a été élaboré par un groupe de travail animé par Christophe Desplat (Carsat Pays de la Loire) et composé de Brigitte Andéol-Aussage (INRS), Bruno Bisson (Cramif), Alain Le Brech (INRS), Philippe Sordoillet (INRS), Christian Trontin (INRS).

---

<b>Introduction</b>	5
<hr/>	
<b>1. Coût des accidents du travail et maladies professionnelles</b>	7
1.1. Principales causes de sinistralité	7
1.2. Coût direct des accidents du travail et maladies professionnelles	8
1.3. Coût indirect	8
1.4. Impact du défaut général de prévention sur le coût de la construction	9
<hr/>	
<b>2. Les manutentions manuelles: un risque majeur à maîtriser</b>	13
2.1. Connaître le risque	13
2.2. Analyse critique des conditions d'exécution des chantiers	15
2.3. Comprendre le rôle des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre et des coordonnateurs SPS et leurs leviers d'action	17
<hr/>	
<b>3. Évaluer les manutentions pour choisir une bonne organisation: méthode et exemple pratique</b>	21
<hr/>	
<b>4. De l'évaluation des risques à l'évaluation de l'impact économique: méthode et exemple pratique</b>	39
<hr/>	
<b>Conclusion: vers un lot Logistique généralisé</b>	49
Fiche pratique	50
<hr/>	
<b>Annexes</b>	51

# INTRODUCTION

Les maîtres d'ouvrage ainsi que les coordonnateurs SPS et les maîtres d'œuvre chargés de les conseiller ont pour obligation de prendre en compte la sécurité et la protection de la santé des travailleurs lors de la conception et de la réalisation des ouvrages.

Les aspects économiques des conditions de travail sont généralement mal pris en compte par les donneurs d'ordre. Lorsqu'ils sont abordés, c'est souvent à travers des idées reçues: l'amélioration des conditions de travail coûterait cher et ses retombées seraient difficilement chiffrables.

Ainsi, le coût des moyens logistiques destinés à prévenir les nombreux accidents du travail et pathologies liés aux manutentions manuelles des salariés du second œuvre serait de nature à compromettre l'équilibre financier de la plupart des projets de construction.

Or, cet argument ne résiste pas à un examen attentif. Non seulement les statistiques technologiques et financières de la sinistralité AT/MP (accidents du travail et maladies professionnelles) montrent que la maîtrise des risques liés aux manutentions manuelles constitue un enjeu majeur pour le secteur de la construction dans son ensemble, mais il est aisé, de surcroît, de montrer que la mise en œuvre d'une organisation logistique contribue non seulement à préserver la santé-sécurité des salariés, mais également à améliorer le bilan économique de chaque opération (coût, délai, qualité).

---

## Objectifs de la brochure

- ➔ Présenter les enjeux économiques et humains de la prévention des risques professionnels dans le secteur de la construction.
- ➔ Mesurer l'impact des manutentions manuelles sur la sinistralité globale et faire comprendre les grands principes de prévention de ce risque majeur.
- ➔ Apporter une méthode permettant de choisir, dès la conception du projet, les moyens techniques et organisationnels garantissant les meilleures conditions de réalisation permettant de limiter ce risque, notamment pour les travaux de second œuvre.
- ➔ Établir le lien entre amélioration des conditions de travail et impact économique à l'échelle d'un projet de construction.
- ➔ Proposer, pour une opération représentative, des ratios technico-financiers simples, réutilisables par les professionnels pour évaluer leurs propres projets.

---

## **Publics et champs d'application**

Cette brochure est destinée aux différents acteurs d'un projet de construction, notamment aux maîtres d'œuvre qui ont à proposer et chiffrer différentes solutions techniques et organisationnelles, aux coordonnateurs SPS pour étayer leurs propositions et aux maîtres d'ouvrage à qui revient la décision finale.

Elle s'applique également aux entreprises générales chargées de l'organisation de travaux et qui sous-traitent les lots de corps d'états à des entreprises spécialisées.

Elle concerne essentiellement les opérations de construction de bâtiment : logements, bureaux, locaux industriels et commerciaux. Toutefois la méthode d'analyse proposée peut s'appliquer également aux opérations de génie civil et de travaux publics.



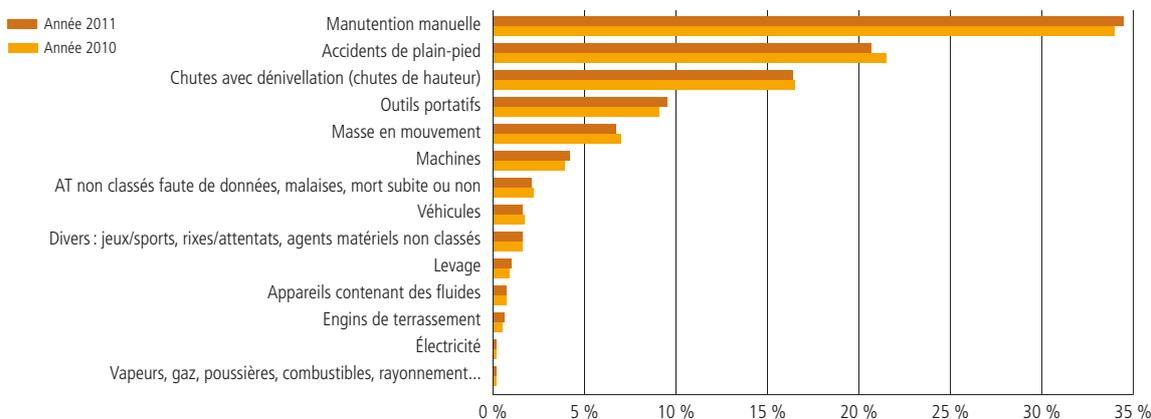
# COÛT DES ACCIDENTS DU TRAVAIL ET MALADIES PROFESSIONNELLES

## 1.1. Principales causes de sinistralité

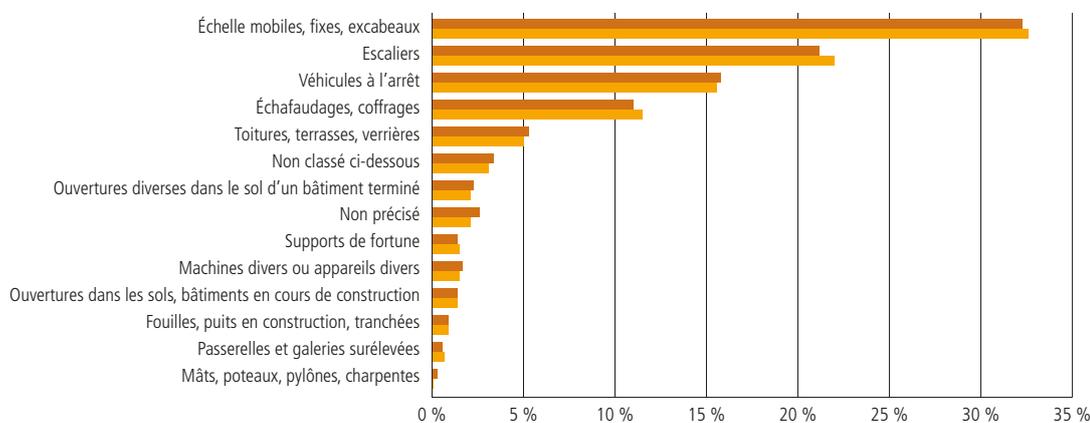
Le secteur de la construction regroupe 8,6 % des salariés inscrits au régime général de la Sécurité sociale, compte 18 % des accidents avec arrêt du travail, 20 % des accidents avec incapacité permanente et 22 % des accidents mortels<sup>1</sup>.

La majorité des accidents avec arrêt relève directement de problèmes de logistique et de circulation imputables, en partie, à la mauvaise organisation générale des chantiers. En effet :

- 4 accidents sur 10 sont dus aux manutentions manuelles et aux masses en mouvement;
- 2 accidents sur 10 sont des chutes de plain-pied liées aux mauvaises conditions de circulation sur les chantiers;
- 1 chute avec dénivellation sur 5 survient dans des escaliers.



Répartition en pourcentage des accidents du travail du CTN B, selon les différents groupements d'éléments matériels



Répartition en pourcentage des chutes avec dénivellation (chutes de hauteur) du CTN B, selon l'élément matériel mis en cause dans la chute

1. CNAMTS, statistiques « Accidents du travail et maladies professionnelles », années 2010 et 2011.

Par ailleurs, de nombreuses maladies professionnelles sont reconnues ou susceptibles de l'être à terme, suite à de longues expositions à des produits chimiques ou à des contraintes physiques marquées.

Les troubles musculosquelettiques constituent plus de 90 % de ces maladies professionnelles. Une grande partie est directement due au port répétitif de charges et aux fortes contraintes posturales résultant, là aussi, de la mauvaise organisation générale des chantiers.

## 1.2. Coût direct des accidents du travail et maladies professionnelles

Le système « assurantiel » des risques professionnels garantit tous les salariés du commerce, de l'industrie et des services contre les conséquences des atteintes à leur santé liées à l'exercice de leur métier.

L'assurance maladie – risques professionnels – prend en charge les nombreuses prestations au bénéfice des victimes : soins, rééducation, appareillage, indemnités journalières, rentes...

Chaque année, en France, les dépenses imputables au BTP représentent plus d'un milliard d'euros, dont les deux tiers sont occasionnés par les conséquences des chutes de hauteur et des manutentions<sup>2</sup>.

▶ **À titre d'exemple, près de 8 300 000 journées d'incapacité temporaires sont indemnisées chaque année pour le seul secteur du BTP, soit l'équivalent de 32 000 journées de travail perdues pour chaque jour ouvré<sup>3</sup>.**

Ces dépenses constituent le « coût direct » des accidents du travail et des maladies professionnelles (AT/MP). Elles sont financées par les cotisations annuelles AT/MP acquittées par les entreprises, calculées en fonction de l'effectif et de la sinistralité de leur secteur d'activité.

Alors que la cotisation moyenne, toutes activités confondues, s'élève à environ 2,4 % de la masse salariale, dans les activités du BTP, le taux de cotisation collectif applicable aux entreprises de moins de 20 salariés était en 2011 de 4,4 % pour les plombiers, 6,8 % pour les menuisiers, 7,6 % pour les maçons et atteignait 9,4 % pour les charpentiers-couvreurs.

Ces charges, qui constituent le coût direct des accidents du travail et des maladies professionnelles, augmentent d'autant **le coût de la main d'œuvre**.

## 1.3. Coût indirect

D'autres dépenses, résultant des circonstances de l'accident ne sont pas prises en charge par l'assurance AT/MP :

- coût de l'enquête et de la gestion administrative du sinistre ;
- coût lié au maintien du salaire (complément de l'entreprise aux indemnités journalières versées par la Sécurité sociale) ;
- coût de remplacement de l'accidenté (efficacité moindre, formation, tutorat) ;
- coût des arrêts de production ;
- coût de réparation des dégâts matériels ;
- coût de l'allongement des délais ;
- etc.

Ces charges constituent le « coût indirect ».

2. CNAMTS, *Sécurité et protection de la santé sur les chantiers. Socle commun de prévention*.

3. CNAMTS, statistiques « Accidents du travail et maladies professionnelles », années 2010 et 2011.

Selon l'Organisation internationale du travail (OIT), institution spécialisée des Nations unies, le coût indirect représenterait au moins quatre fois le coût direct<sup>4</sup>, soit près de 4 milliards d'euros par an pour l'ensemble de l'activité de la construction en France.

Ces coûts sont intégrés dans les frais d'exploitation et les charges générales des entreprises.

Cela a pour conséquence immédiate, soit de diminuer d'autant le bénéfice, soit de renchérir le coût de production, et donc de diminuer leur compétitivité.

## 1.4. Impact du défaut général de prévention sur le coût de la construction

L'ensemble des coûts directs et indirects des accidents du travail et des maladies professionnelles supportés par les entreprises sont répercutés dans leurs prix de vente.

Chaque maître d'ouvrage doit avoir conscience de l'incidence de ces charges sur le propre coût de son projet.

Un calcul rapide peut être réalisé de la façon suivante à partir du montant d'un marché :

- estimation de la part de main d'œuvre pour chaque lot;
- estimation du nombre d'heures de travail prévisionnelles;
- estimation du coût direct (application des cotisations AT/MP);
- estimation du coût indirect.

À titre d'exemple, ce calcul est effectué pour une opération de construction de 60 logements sociaux réalisée en corps d'états séparés de 2011 à 2012 dans la région Pays de la Loire.

### Estimation de la part de main d'œuvre pour chaque lot

Les indices français de révision des prix à la production donnent une ventilation des coûts en fonction des principaux postes : matériaux, matériels, transport, énergie, salaires et charges...

Les indices du secteur de la construction mettent en évidence l'importance de la part de main d'œuvre dans les activités de BTP qui varie entre 40 et 60 % environ selon les activités.

Ces coefficients, appliqués au montant hors taxe des lots correspondants, permettent d'évaluer le montant global de la main d'œuvre.

### Estimation du nombre d'heures de travail prévisionnelles

Le nombre d'heures s'évalue simplement en divisant la part main d'œuvre par le prix de vente horaire moyen.

Le prix de vente horaire est fonction du prix de revient et de la marge de l'entreprise.

Le prix de revient (PR) est fonction :

- du coût horaire de la main d'œuvre (« déboursés secs »);
- des frais de chantier (encadrement, matériel non affecté, installations...);
- des frais généraux (exploitation, siège...).

Il s'exprime de la façon suivante :

►  $PR = (1+K2) \times (1+K1) \times \text{« déboursés secs »}$

Avec :

K1 = coefficient de récupération des frais de chantier

K2 = coefficient de récupération des frais généraux

K1 est en général compris entre 5 et 10 % et K2 varie de 10 à 15 %<sup>5</sup>

4. Organisation internationale du travail ([www.ilo.org](http://www.ilo.org)), page : Introduction à la santé et à la sécurité au travail, mai 2013 ([http://training.itcilo.it/actrav\\_cdrom2/fr/osh/intro/inmain.htm](http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/fr/osh/intro/inmain.htm)).

5. Université Joseph-Fourier, Grenoble : Cours à distance « Devis quantitatif estimatif DQE ».

Le coefficient global (hors marge) des entreprises varie alors de 1,15 à 1,26 selon l'importance des installations de chantier qui leur sont nécessaires et leurs frais de structure. Par simplification, on peut prendre pour l'ensemble des lots un coefficient moyen égal à 1,2.

En France, en 2011, selon les données Eurostat<sup>6</sup>, le coût horaire de la main d'œuvre était de 34 € par heure travaillée (« déboursés secs »).

Ce coût horaire comprend<sup>7</sup> :

- les rémunérations directes ;
- les primes et les indemnités versées en espèces ou en nature ;
- les versements au titre de l'épargne salariale ;
- les versements pour les journées non ouvrées ;
- les rémunérations en nature comme les repas, le carburant, les véhicules de société ;
- les cotisations sociales ;
- les impôts sur le travail (déduction faite d'éventuelles subventions) ;
- etc<sup>8</sup>.

Pour le calcul du nombre d'heures prévisionnelles, on retiendra dans notre exemple de chantier dans la région Pays de la Loire, un prix de vente horaire moyen de 40 € (prix de revient + marge).

### Estimation du coût direct (application des cotisations AT/MP)

Le coût direct supporté par les entreprises est estimé *a priori*, en appliquant à chaque heure de travail prévisionnelle de chaque corps d'état les taux collectifs de cotisation AT/MP correspondants.

Ces taux s'appliquent sur le salaire brut. Dans la région Pays de la Loire où se situe l'opération immobilière étudiée, le salaire brut horaire moyen des activités du BTP, calculé à partir des données sociales de l'année 2011, s'élevait à 14 € environ.<sup>9</sup>

Pour chaque corps d'état, le coût estimatif de l'assurance AT/MP s'exprime donc de la façon suivante :

► 
$$\text{Coût direct AT/MP (€)} = \frac{\text{ML} \times P_{sc} \times S_{bhm} \times T_{atmp}}{P_{vhm}}$$

Avec :

ML = Montant du lot (€)

$P_{sc}$  = Part des salaires et charges dans l'indice de révision des prix

$P_{vhm}$  = Prix de vente horaire moyen (40 €)

$S_{bhm}$  = Salaire brut horaire moyen (14 €)

$T_{atmp}$  = Taux de cotisation collectif Accident du travail et maladies professionnelles

6. Centre d'observation économique et de recherche pour l'expansion de l'économie et le développement des entreprises à partir des données Eurostat (2011).

7. Eurostat, Communiqué de presse, Euro indicateurs : 42/2011, 16 mars 2011.

8. Selon les critères établis par Eurostat, les coûts de la formation professionnelle, les frais de recrutement et les achats des vêtements de travail sont exclus de ce calcul.

9. Carsat Pays de la Loire, calcul à partir de la compilation des salaires et des heures travaillées pour l'ensemble des salariés du CTN B, année 2011.

**ESTIMATION DU COÛT DIRECT (COÛT DES COTISATIONS AT/MP) DANS LE MONTANT D'UN PROJET DE CONSTRUCTION**  
**Exemple pour une opération de 60 logements sociaux neufs – Corps d'états séparés – Année 2011 – Région Pays de la Loire**

Décomposition des lots	Montant des lots HT (€)	Indice de révision des prix à la production	Part des salaires et charges dans l'indice de révision des prix	N° de risque AT/MP	Taux collectif AT/MP 2011 (%)	Coût de l'assurance AT/MP dans le montant de l'opération
Gros œuvre – Maçonnerie	1 660 000	BT06	47	452BC	7,6	23 753
Voirie réseaux divers	81 000	TP10a	41	452EA	5,3	616
Charpente bois – Bardage	102 000	BT16a	37	452LA	9,4	1 242
Couverture	78 000	BT34	40	452JA	9,4	1 026
Étanchéité	140 000	BT53	36	452KA	9,4	1 658
Fermetures extérieures (bois)	12 000	BT19a	48	454CD	6,8	137
Menuiseries extérieures (alu)	205 000	BT27	38	454DA	6,8	1 854
Cloisons sèches	243 000	BT08	50	454JD	5,5	2 339
Serrurerie – Métallerie	157 000	BT42	42	454DC	6,8	1 569
Menuiseries intérieures	140 000	BT18a	47	454CD	6,8	1 566
Chauffage – Ventilation	342 000	BT40	40	453EA	4,4	2 107
Électricité – Courants faibles	252 000	BT47	45	453AC	3,7	1 469
Plomberie – Sanitaire	294 000	BT38	42	453EA	4,4	1 902
Revêtements de sols – Faïence	210 000	BT09	45	454FB	5,5	1 819
Ascenseurs	63 000	BT48	60	292CA	2,8	370
Peinture – Revêtements muraux	166 000	BT46	58	454JD	5,5	1 853
<b>Total HT</b>	<b>4 145 000</b>					<b>42 281</b>

Dans cet exemple le coût prévisionnel de l'assurance AT/MP est donc estimé à 42 300 € environ, soit 1,02 % du montant total des lots.

### Estimation du coût indirect

Dans ces conditions, et conformément à l'évaluation de l'OIT, les coûts indirects prévisionnels s'élèveraient quant à eux au quadruple, soit près de 169 200 € et 4,08 % du marché global.

### Bilan

La somme des coûts directs et indirects est donc de :

- ▶ **42 300 + 169 200 = 211 500 €**
- 1,02 + 4,08 = 5,1 % du montant total des lots**

Dans le secteur de la construction, les conséquences financières globales des accidents du travail et des maladies professionnelles, incluant les coûts directs et indirects, peuvent être estimées à **5 % du coût des ouvrages**.

## 2

## LES MANUTENTIONS MANUELLES : UN RISQUE MAJEUR À MAÎTRISER

Le chapitre précédent montre que la maîtrise des risques professionnels constitue un enjeu humain, social et économique majeur pour l'ensemble du secteur de la construction, entreprises et donneurs d'ordre réunis.

Les statistiques mettent en évidence l'importance des risques liés aux manutentions manuelles dans de la sinistralité globale AT/MP et prouvent la nécessité de mettre en œuvre des mesures de prévention efficaces dans ce domaine notamment.

Pour cela, les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les coordonnateurs SPS doivent s'engager, **en amont des projets**, dans une démarche de prévention permettant de mettre en œuvre une véritable logistique de chantier.

Pour mener à bien cette démarche, trois prérequis sont indispensables :

- connaître le risque ;
- savoir faire une analyse critique des conditions générales d'exécution des chantiers ;
- comprendre les leviers d'action et le rôle des donneurs d'ordre.

### 2.1. Connaître le risque

#### Nature du risque

Le fait de transporter, pousser, tirer, soulever ou déposer des charges implique des efforts physiques et parfois des positions de travail inconfortables (contraintes posturales).

Effectuées à un rythme soutenu, ou de façon répétitive, les manutentions sollicitent à l'excès les tendons, les muscles et les articulations. Elles peuvent provoquer accidents, fatigues, douleurs ou maladies au premier rang desquelles figurent les troubles musculosquelettiques des membres et du dos.

Ces affections invalidantes peuvent compromettre, à long terme, le maintien au travail des salariés.

#### Principaux facteurs de risques liés aux manutentions manuelles

Les facteurs de risque peuvent être regroupés en quatre grandes familles :

- caractéristiques de la charge : dimension importante, difficulté de préhension, manque de stabilité, charge imposant des postures inadéquates... ;
- efforts physiques requis : trop importants, position instable du corps... ;
- caractéristiques du milieu de travail : espace exigu, sol inégal, glissant, présence de dénivelés, ambiance thermique ou lumineuse inadéquate, distances trop grandes (pour prendre, poser, déplacer la charge)... ;
- exigences de l'activité : efforts physiques fréquents, repos physiologique insuffisant...

## Limites ergonomiques au port manuel de charges

La norme française NF X35-109, relative à l'**ergonomie** dans la manutention manuelle de charges, définit des valeurs seuils de référence, applicables aux hommes et aux femmes âgées de 18 à 65 ans sans distinction.

VALEURS SEUILS POUR LA MANUTENTION MANUELLE DE CHARGES DANS LES CONDITIONS DE RÉFÉRENCE SELON NF X35-109		
Activité	Valeur de référence maximale acceptable	Valeur de référence maximale sous condition
Manutention de charge	15 kg de charge sur 2 m 7,5 tonnes/jour/personne	25 kg de charge sur 2 m 12 tonnes/jour/personne
Pousser/Tirer	200 kg de poids déplacé sur 10 m	400 kg de poids déplacé sur 10 m

Lorsqu'il apparaît qu'il n'est pas possible de supprimer les opérations de manutention manuelle, celles-ci doivent être évaluées afin de s'assurer que les conditions d'exécution se situent en deçà de la valeur maximale acceptable de référence. Entre la valeur maximale acceptable et la valeur maximale sous condition, une analyse approfondie s'impose en vue de réduire le tonnage transporté par l'opérateur ou de rechercher des aides techniques. Au-delà de la valeur de référence maximale sous conditions, la mécanisation s'impose.

## Principes de prévention et cadre réglementaire applicables à toutes les activités

La réglementation relative à la prévention des manutentions manuelles figure dans le code du travail<sup>10</sup>.

Elle pose les principes suivants :

- éviter le recours à la manutention manuelle de charges ;
- accorder la priorité à la manutention mécanique (appareils de levage) ;
- évaluer les risques que représentent les manutentions qui n'ont pu être évitées (en prenant en compte les différents facteurs de risque) ;
- mettre en place des mesures d'organisation appropriées et des moyens adaptés (aides mécaniques, moyens de préhension) ;
- limiter les charges ;
- former le personnel au déplacement des charges ;
- fournir des équipements de protection individuelle adaptés.

## Mesures prioritaires à mettre en œuvre sur les chantiers

La « **manutention manuelle simple** », consistant à porter directement la charge, et à plus forte raison la « **manutention manuelle avec dénivelé** », lorsque l'opérateur monte un escalier par exemple, doivent être analysées et évitées, en raison des sollicitations physiques excessives qu'elles provoquent. Une organisation et des aides techniques adaptées doivent être recherchées.

Les matériaux et les fournitures doivent être roulés sans effort sur des plans horizontaux et parfaitement dégagés avec des matériels adéquats (diabes, chariots, transpalettes...).

Pour que cette « **manutention manuelle assistée** » puisse être correctement mise en œuvre, il convient de supprimer les obstacles pouvant provoquer des ruptures dans la chaîne d'approvisionnement : prévoir des rampes faibles, des franchissements de seuils ou de tranchées, niveler les accès, stabiliser et drainer les sols.

La « **manutention mécanique** » est le moyen privilégié permettant de réduire les efforts physiques. Elle permet de déposer directement les charges sur leur lieu d'utilisation, en une seule opération, à l'aide d'engins motorisés.

10. Code du travail, articles R. 4541-1 à R. 4541-11, qui couvrent la manutention des charges.

## 2.2. Analyse critique des conditions d'exécution des chantiers

Un très grand nombre de chantiers sont réalisés avec une préparation et une organisation insuffisante comme le révèlent quantité d'observations<sup>11</sup>. Les mesures de prévention ne sont pas mises en œuvre et les facteurs de risques se cumulent.

### Caractéristiques de la charge

- ▶ Dans 50 % des cas, c'est le fournisseur qui conditionne sous emballage et livre sur le chantier. L'entreprise n'a donc pas la maîtrise du poids et de la géométrie des colis qui devront être manutentionnés sur le chantier.
- ▶ Dans 60 % des cas, il y a peu ou pas de prise en compte des dimensions lors de la commande. Les conditionnements ne sont pas adaptés à la configuration des lieux.

#### Manutention et qualité:

- ▶ En l'absence d'organisation adaptée, des menuiseries extérieures sont parfois démontées à leur arrivée sur site afin de distribuer les dormants et les battants, voire les vitrages, de façon séparée via les escaliers de l'immeuble. Ces pratiques portent gravement atteinte à la qualité des produits.

### Caractéristiques du milieu de travail

- ▶ Dans bien des cas, les accès au bâtiment ne sont pas nivelés ni stabilisés. Ils ne sont plus praticables dès les premières intempéries et ne permettent pas de rouler des charges.
- ▶ L'accès au rez-de-chaussée n'est souvent possible qu'en franchissant quelques marches provisoires, parfois même simplement constituées d'empilages de palettes ou de parpaings. L'approvisionnement mécanisé est impossible.
- ▶ Les escaliers sont les seuls moyens d'accès aux étages.
- ▶ Les zones de circulation sont encombrées et mal éclairées.

#### À propos du nombre d'étages! (voir schéma p. suivante)

Les approvisionnements partent du bas.

Il faut:

- d'abord approvisionner le premier étage;
- puis desservir le deuxième niveau, toujours en partant du rez-de-chaussée;
- puis monter jusqu'au troisième palier depuis le même point de départ;
- et ainsi de suite.

- ▶ Pour un ouvrage donné, le nombre de déplacement n'est pas proportionnel au nombre d'étage « N » mais à la somme des étages. À savoir  $N \times (N + 1) / 2$ .

6 pour un R + 3  
 10 pour un R + 4  
 15 pour un R + 5  
 21 pour un R + 6  
 28 pour un R + 7

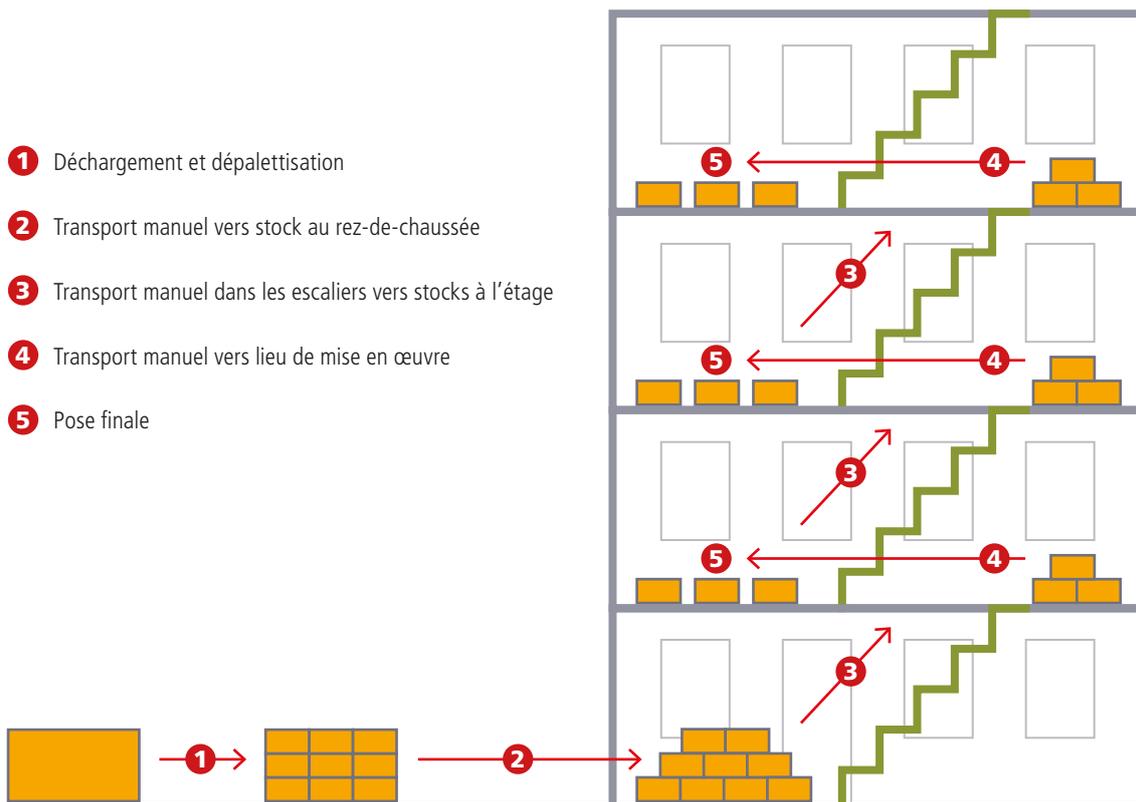
- ▶ Les approvisionnements en façade, tels qu'ils sont fréquemment pratiqués, sont insuffisamment mécanisés et souvent réalisés dans des conditions précaires (chargement de balcons non conçus à cet effet, dépose des protections collectives contre les chutes de hauteur...).

11. OPPBTP: site Internet Prévention BTP, page « Manutention manuelle de charges », mai 2013.

## Efforts physiques requis

- ▶ Dans 60 % des cas, les livraisons se font en plusieurs fois avec reprise des matériaux.
- ▶ Dans 80 % des cas, une fois sur site, les charges nécessitent plusieurs manutentions pour être positionnées à pied d'œuvre.

Le schéma ci-dessous montre comment chaque fourniture fait l'objet d'au moins cinq reprises de charges – dont quatre improductives – avant de rejoindre son lieu de destination.



## Exigences de l'activité

Dans 60 % des cas, le temps nécessaire à l'approvisionnement n'a été que peu ou pas pris en compte. Les temps de récupération suite à ces efforts sont insuffisants.

- ▶ **En l'absence de coordination efficace permettant la mise en œuvre de moyens partagés, les entreprises adoptent sur le terrain la solution qui leur semble la plus simple et la plus facilement mobilisable: le recours à la manutention manuelle.**

## 2.3. Comprendre le rôle des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre et des coordonnateurs SPS et leurs leviers d'action

### Obligations générales

Les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les coordonnateurs SPS doivent prendre en compte la prévention des risques professionnels lors de la conception et de la réalisation des ouvrages, à la fois pour des raisons réglementaires, sociales et économiques.

Les principes généraux de prévention définis par le code du travail<sup>12</sup> s'imposent à eux lors des choix architecturaux et techniques ainsi que dans l'organisation des opérations de chantier.

**L'évaluation des risques doit être réalisée a priori** dès la phase de conception.

Des solutions permettant d'**éviter les risques**, pour l'ensemble des corps d'état, doivent ensuite être recherchées – et adoptées – pour être intégrées dans le plan général de coordination (PGC) ainsi que dans les pièces écrites et les plans du dossier de consultation des entreprises (DCE).

En fonction des dispositions générales qui leur sont proposées, les entreprises attributaires procèdent ensuite à leur propre analyse des risques qu'elles transcrivent dans les plans particuliers de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) établis avant intervention sur chantier.

### Une approche globale des manutentions pour l'ensemble des corps d'état

Un projet de bâtiment se décompose en six phases principales :

- VRD : accès, voiries, réseaux, terrassements généraux et installations ;
- gros œuvre : fondations spéciales, maçonnerie... ;
- enveloppe : charpente, couverture, étanchéité, menuiseries extérieures, isolation extérieure, revêtements de façade, serrurerie, portes d'accès... ;
- partitions : cloisons et doublage, menuiseries intérieures, placards... ;
- équipements techniques : ascenseurs, électricité, courants faibles, plomberie, chauffage, climatisation... ;
- finitions : peinture, revêtements de sol...

L'évaluation des risques liés aux manutentions doit être globale et prendre en compte ces six phases.

En effet, les accès et les plateformes de stockage de matériaux utilisées par l'ensemble des corps d'état sont généralement à la charge des entreprises de VRD ou de gros œuvre. Les quantités mises en œuvre et l'importance des flux déterminent les superficies et les portances nécessaires.

Les entreprises de gros œuvre disposent généralement de moyens logistiques importants tels que des grues à tour ou des grues mobiles qu'elles dimensionnent et mettent en œuvre en fonction de la nature et des quantités prévisionnelles de leurs travaux propres. Ces moyens ne peuvent être utilisés pour les travaux des phases Enveloppe, Partitions, Équipements techniques et Finitions, que dans la mesure où les besoins et les contraintes de ces corps d'état sont connus au moment de la consultation des entreprises.

Lors des phases Enveloppe, Partitions, Équipements techniques et Finitions, la coactivité est très importante et les approvisionnements doivent être gérés de façon à créer le moins d'interférences possible, tant en ce qui concerne la superposition des moyens de manutention que l'encombrement des zones de stockage.

Une étude logistique doit donc être réalisée dès la préparation du dossier de consultation des entreprises (DCE).

12. Code du travail, articles L. 4121-2 et L. 4531-1.

## Étude logistique

La logistique est l'ensemble des activités qui assurent la mise en place à moindre coût d'une quantité déterminée de produit, à l'endroit et au moment où une demande existe.

Pour bien maîtriser la logistique d'un chantier, il faut :

- identifier et quantifier les produits ;
- planifier les besoins en produits ;
- connaître les conditions de réalisation des travaux ;
- définir des conditionnements et des modes de livraison.

Les organisations matérielles les plus adaptées sont celles qui respectent les principes de prévention des risques liés aux manutentions manuelles. Concrètement, sur les chantiers, cela se traduit par :

- la recherche d'emprises de chantier suffisantes ;
- la circulation des véhicules d'approvisionnement sur des voiries et leur stationnement sur des aires de livraison, praticables par tout temps, en dehors des cheminements réservés aux piétons ;
- le positionnement des engins de levage et la neutralisation des obstacles (lignes électriques aériennes, tranchées, etc.) ;
- le franchissement des niveaux avec des moyens mécaniques (recette, grue, ascenseur, monte-matériaux, plateforme de transport extérieure sur mât...);
- le roulage des charges au moyen de diables et de transpalettes (ou équivalent) sur des voies fléchées et matérialisées, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'ouvrage ;
- le stockage sur des zones tampons tenant compte des délais d'approvisionnements, des phases des travaux, des modes opératoires, des cadences prévisionnelles ;
- la gestion des déchets pour éviter l'encombrement des axes de circulation ;
- la distribution des fluides et énergies au plus près des postes de travail ;
- la continuité dans le temps et l'espace de ces dispositifs.

Compte tenu de l'intervention simultanée ou successive de nombreux corps d'états, et par économie d'échelle, ces moyens peuvent être mutualisés pour être utilisés par tous les lots concernés, notamment les grues, les monte-matériaux ou les ascenseurs de chantier...

Ces équipements doivent faire l'objet d'un examen d'adéquation prenant en compte les caractéristiques des charges les plus lourdes et les plus volumineuses et tenir compte des caractéristiques du site (hauteur, éloignement, obstacles...).

Les solutions ne sont pas limitées à la seule mise en œuvre de matériels. Les modes constructifs et les phasages d'exécution rentrent également en ligne de compte :

- réalisation des réseaux enterrés et des voiries provisoires ou définitives au plus tôt ;
- réalisation des accès personnes à mobilité réduite (PMR) dès que possible pour le roulage de charge jusqu'au rez-de-chaussée ;
- communication provisoire entre deux cages d'escalier indépendantes pour optimiser les moyens de levage ;
- préassemblage en atelier ;
- etc.

Les stratégies doivent être globales, cohérentes et continues :

- une plateforme de transport extérieure sur mât est opérationnelle au plus tard au moment du démontage de la grue à tour ;
- la portance des voies de desserte et le dimensionnement des recettes ou des passerelles tient compte du poids cumulé des colis et des moyens d'aide à la manutention ;
- les rampes sont faibles ;
- les dimensions des ouvertures et des couloirs sont adaptées à la taille des palettes...

La maîtrise des manutentions implique la gestion des circulations horizontales et verticales sur le chantier et concourt ainsi également à la réduction des risques de chute.

► **Dès la phase de conception, bien évaluer pour bien décider.**

### POUR EN SAVOIR PLUS

Trois documents peuvent guider les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les coordonnateurs SPS dans leur recherche et le choix de solutions :

- ▶ le **socle commun**<sup>13</sup> pour la prévention des risques de chute de hauteur et des manutentions et pour l'amélioration de l'hygiène et des conditions de travail, proposé par les organismes paritaires CNAMTS, Cramif, Carsat/CGSS et INRS, soutenu par le ministère du Travail, l'OPPBT, la CNRACL ainsi que par les partenaires sociaux, récapitule les mesures fondamentales de prévention devant être mis en œuvre pour une bonne organisation de chantier ;
- ▶ la brochure de l'INRS **Logistique de chantier et coordination de sécurité**<sup>14</sup> détaille les étapes incontournables pour réussir une démarche logistique ;
- ▶ la recommandation R 445 de la CNAMTS<sup>15</sup> apporte une aide méthodologique pour choisir les moyens logistiques pour chaque type d'opération. Elle propose notamment un tableau comparatif des avantages et inconvénients des différents moyens de levages présents sur le marché, un aide-mémoire pour le choix d'un système de transport vertical (personne/matériaux) en fonction des normes applicables, des règles de fonctionnement et d'utilisation ainsi que du type de chantier, des exemples de convention d'utilisation et de mise à disposition de matériels.

---

13. CNAMTS, *Sécurité et protection de la santé sur les chantiers. Socle commun de prévention*, 2009.

14. *Logistique de chantier et coordination de sécurité*, INRS, ED 884, 2002.

15. *Mécanisation du transport vertical des personnes et des charges sur les chantiers*, CNAMTS, Recommandation R 445.

## 3

## ÉVALUER LES MANUTENTIONS POUR CHOISIR UNE BONNE ORGANISATION : MÉTHODE ET EXEMPLE PRATIQUE

Ce chapitre propose une méthode simple permettant d'évaluer *a priori* les risques liés aux manutentions manuelles au moment où une opération de construction est conçue.

Cette méthode se déroule en quatre étapes successives selon quatre critères représentant chacun une famille de facteur de risque.

ÉTAPE	CRITÈRE	FACTEUR DE RISQUE
1	Encombrement	Caractéristiques de la charge
2	Poids	Efforts physiques
3	Moyen de manutention mobilisable	Milieu de travail
4	Durée	Exigences de l'activité

À titre d'exemple, elle est appliquée à un chantier de logements collectifs de taille moyenne représentatif des opérations de construction courantes en France.

- Les résultats intermédiaires résultant de cet exemple offrent des ratios simples, utilisables et transposables par les professionnels pour évaluer leurs propres projets.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

● **DÉROULEMENT DE L'ÉVALUATION DES RISQUES LIÉS AUX MANUTENTIONS POUR UN CHANTIER DONNÉ**

Suivre les quatre étapes dans l'ordre ci-dessous en tenant compte des caractéristiques de l'opération.

ENCOMBREMENT	Établir la liste des matériaux, des fournitures et des matériels nécessaires à la construction de l'ouvrage et les répartir en fonction de leur encombrement.
POIDS	Estimer les poids unitaires et les quantités globales devant être manutentionnées.
MOYEN DE MANUTENTION	Analyser chaque organisation possible et identifier le meilleur mode de manutention pouvant être mis en œuvre pour chaque type de colis. Estimer la répartition des poids ainsi transportés.
DURÉE	Estimer le temps d'exposition des salariés, c'est-à-dire la durée cumulée des manutentions.

● **OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION**

CHOIX ORGANISATION	Choisir la meilleure organisation possible en fonction des critères analysés à chaque étape.
--------------------	--

Caractéristiques de l'opération étudiée :

- 60 logements neufs à très haute performance énergétique
- Un seul bâtiment
- 5 niveaux habitables (R + 3 + attique) + parking en sous-sol
- 4500 m<sup>2</sup> de surface totale de plancher
- 1000 m<sup>2</sup> de surface de plancher par étage courant (500 m<sup>2</sup> pour l'attique)
- 2 cages d'escaliers et ascenseurs
- Terrain plan et horizontal de 1 700 m<sup>2</sup> environ

L'étude logistique porte sur les travaux de Fermetures extérieures, Menuiseries extérieures, Cloisons sèches, Serrurerie / Métallerie, Menuiseries intérieures, Chauffage / Ventilation, Électricité / Courants faibles, Plomberie / Sanitaires, Revêtements de sol / Faïence, Ascenseurs, et Peinture / Revêtements muraux.

Pour des raisons de simplification, l'évaluation ne prend pas en compte les lots VRD, Charpente, Couverture, Bardage et Étanchéité dont les caractéristiques dépendent de l'environnement et des choix architecturaux spécifiques à ce chantier.

La durée prévisionnelle est de 18 mois.

Le nombre d'heure de travail (estimé selon méthode définie au chapitre 1.4) est de 46800 pour l'ensemble du chantier et 23480 pour les activités directement concernées par l'étude.

Pour être facilement transposables, les principaux résultats sont ramenés à 1 000 m<sup>2</sup> de plancher.

**1) Étudier la pertinence de deux projets d'organisation logistique faisant appel à des moyens matériels mutualisés :**

- organisation n° 1 : combinaison de recettes à matériaux desservies par la grue à tour et de mise en service des ascenseurs définitifs pour les besoins du chantier ;
- organisation n° 2 : plateformes de transport extérieures sur mât pour l'ensemble du second œuvre.

**2) Comparer ces organisations au « défaut d'organisation logistique » rencontré fréquemment, c'est-à-dire à un chantier réalisé tel que décrit au chapitre 2.2.**

# APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS – DESCRIPTION DES SOLUTIONS LOGISTIQUES ÉTUDIÉES

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

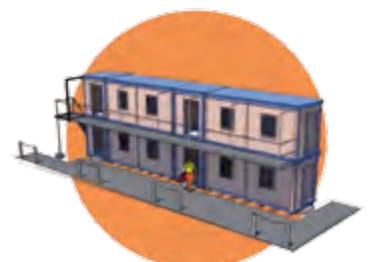
	« DÉFAUT D'ORGANISATION LOGISTIQUE »	ORGANISATION N° 1 « RECETTES + ASCENSEURS DÉFINITIFS »	ORGANISATION N° 2 « PLATEFORMES DE TRANSPORT EXTÉRIEURES »
Approvisionnement « matériaux encombrants »	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grue à tour du GO ou chariot élévateur</li> <li>Absence de recette à matériaux</li> <li>Reprise manuelle élément par élément sur balcons ou plateforme de travail non conçue à cet effet (risque de chute)</li> <li>Livraison groupée des menuiseries extérieures et tri manuel des références sur le chantier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grue du GO</li> <li>Recettes à matériaux implantées « à niveau » pour le franchissement des seuils</li> <li>Enlèvement direct des marchandises, pose sur recettes et reprise avec transpalette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 plateformes de transport extérieures sur mât assurant le déplacement des matériaux et des personnes accompagnant (une par cage)</li> <li>Desserte à partir du rez-de-chaussée</li> <li>Arrivée « à niveau » pour le franchissement des seuils</li> <li>Livraison des matériaux par camion avec grue auxiliaire de déchargement</li> <li>Formation des opérateurs à l'utilisation de l'appareil de levage en sécurité</li> <li>Transfert des charges par transpalettes ou matériels de manutention roulants adaptés au chantier</li> <li>Utilisation de caisses à outils roulantes</li> <li>(Pas d'utilisation de la grue à tour)</li> <li>(Pas de mise en service des ascenseurs définitifs avant la fin du chantier)</li> </ul>
Approvisionnement « petits volumes »	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plateforme de stockage extérieure encombrée et non « carrossable »</li> <li>Absence de gestion des zones de circulation et de stockage</li> <li>Dénivelé dès l'accès au rez-de-chaussée et absence de rampe</li> <li>Absence de moyen partagé de franchissement des niveaux</li> <li>Approvisionnement manuel avec nombreuses reprises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en service des ascenseurs définitifs pour les besoins du chantier (avec étude de sécurité, protections et contrat d'entretien)</li> <li>Desserte possible à partir du sous-sol</li> <li>Formation des opérateurs à l'utilisation de l'ascenseur en sécurité</li> <li>Utilisation de matériels de manutention roulants par les entreprises</li> <li>Utilisation de caisses à outils roulantes</li> <li>(Pas de monte-matériaux extérieur)</li> </ul>	
Autres dispositions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de gestion des zones de circulation et de stockage</li> <li>Pas d'évacuation régulière des déchets de chantier</li> <li>Utilisation d'appartements comme vestiaires</li> <li>et zones de stockage gênant le phasage des travaux</li> <li>Impossibilité d'acheminer des aides techniques pour la mise en œuvre des matériaux (lève-plaque, lève-chauffe-eau, plateformes de travail...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réalisation des accès PMR (personne à mobilité réduite) au plus tôt pour roulage des charges dès l'entrée du bâtiment</li> <li>Livraison des menuiseries extérieures « étage par étage » ; pas de tri manuel sur chantier</li> <li>Maintien en état des zones de circulation et de stockage</li> <li>Évacuation régulière des déchets de chantier</li> <li>Utilisation de la base vie par l'ensemble des corps d'état, libérant les espaces de travail</li> <li>Réseau provisoire de distribution d'eau dans les étages</li> <li>Possibilité d'acheminer des aides techniques pour la mise en œuvre des matériaux (lève-plaque, lève-chauffe-eau, plateformes de travail...)</li> </ul>	





- Mise en service des ascenseurs définitifs pour les besoins du chantier
- Recettes à matériaux placées à niveau en fonction des livraisons
- Réalisation des accès pour les personnes à mobilité réduite pour permettre le roulage des charges dès l'entrée du bâtiment
- Utilisation d'aides techniques roulantes
- Maintien en état des zones de stockage et de circulation
- Livraisons des fournitures triées à l'avance en atelier
- Utilisation de la base vie pour l'ensemble des corps d'état
- Réseau d'eau provisoire dans les étages
- Gestion des aires de stockage et évacuation régulière des déchets de chantier





- Mise en service de plateformes de transport
- Réalisation des accès pour les personnes à mobilité réduite pour permettre le roulage des charges dès l'entrée du bâtiment
- Utilisation d'aides techniques roulantes
- Maintien en état des zones de stockage et de circulation
- Livraisons des fournitures triées à l'avance en atelier
- Utilisation de la base vie pour l'ensemble des corps d'état
- Réseau d'eau provisoire dans les étages
- Gestion des aires de stockage et évacuation régulière des déchets de chantier





## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

### ● ÉTAPE 1 : ÉVALUATION DE L'ENCOMBREMENT DES COLIS

Cette étape consiste à établir la liste des matériaux, des fournitures et des matériels nécessaires à la construction de l'ouvrage et à les répartir en deux grandes catégories répondant chacune à une logique d'approvisionnement spécifique.

Par convention, dans ce document, on désigne ces deux catégories par « petits volumes » et « encombrants ».

#### ● Les « petits volumes » :

Les matériaux de cette catégorie sont ceux susceptibles d'être répartis en plusieurs colis élémentaires pour être acheminés dans les étages par l'intérieur du bâtiment. Ces matériaux sont généralement destinés aux phases Equipements (lavabos, câbles électriques...) et Finitions (pots de peinture, paquets de carrelage). On y retrouve également certaines fournitures de la phase Partitions (menuiseries intérieures, carreaux de plâtre...) voire de la phase Clos-couvert (rouleaux d'étanchéité...) ainsi qu'une fraction non négligeable d'enduits de ragréage ou de mortiers destinés aux finitions du gros œuvre.

Les consommables, matériels, outillages et déchets rentrent également dans cette catégorie.

#### ● Les « encombrants » :

Ces matériaux sont ceux qui, en raison de leur poids ou de leur forme, ne sont pas facilement manipulables et ne peuvent être classés dans la catégorie « petits volumes ». Ils sont principalement destinés aux phases Clos-couvert et Partitions. Ils englobent donc les menuiseries extérieures ou les plaques de plâtre, mais ils comprennent aussi d'autres fournitures techniques qui ne peuvent être divisées, telles que les chaudières ou les groupes de climatisation.

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

Une étude de flux<sup>16</sup> réalisée sur un chantier de logements collectifs a permis d'avoir une première estimation des principaux approvisionnements pour chaque type de charge.

### Répartition indicative des approvisionnements par type de colis – Pour 1 000 m<sup>2</sup> de plancher

Type de colis	Type de transport		Véhicules utilitaires légers (VUL)
	Camions	Véhicules utilitaires légers (VUL)	
Petits volumes	Approvisionnements en masse par véhicules à 3/4 essieux (26 t à 32 t) ou semi-remorques (38 t soit 25 t de charge utile)	Approvisionnement quotidiens en petites fournitures, consommables, matériels et outillage par véhicules de moins de 3,5 t	10 VUL par jour
		7 véhicules	
Encombrants		6 véhicules	

Une livraison effectuée par un poids lourd fait généralement l'objet d'une opération de déchargement/approvisionnement spécifique mobilisant des ressources particulières pour l'occasion : location d'un engin de levage ou/et salariés intérimaires en renfort par exemple.

Les consommables, les matériels, l'outillage et certaines fournitures sont cependant approvisionnés quotidiennement par chaque équipe afin d'éviter les pertes et les vols. Le flux journalier de 10 véhicules utilitaires légers (VUL) souligne l'importance de ces manutentions qui doivent absolument être prises en compte.

16. « Pour une logistique des chantiers », *Plan Construction et Architecture*, n° 84, 1997.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

● ÉTAPE 2 : ÉVALUATION DU POIDS TOTAL MANIPULÉ

Cette étape consiste à estimer les poids unitaires et les quantités des matériaux, des fournitures et des matériels listés à l'étape 1 pour chacune des deux catégories « petits volumes » et « encombrants ».

Les poids unitaires peuvent être déterminés à partir des notices des fournisseurs potentiels ou en s'appuyant sur les valeurs utilisées dans l'exemple (voir annexes 1a et 1b).

Les quantités sont calculées pour chaque lot en s'appuyant sur le détail estimatif et les plans de l'ouvrage.

Il convient d'inclure dans le calcul :

- les consommables (colles, mastics, joints, raccords) ;
- les accessoires de colisage (châssis, tourets...) ;
- les matériels (lève-plaques, plateformes individuelles roulantes...);
- les outillages acheminés quotidiennement pour éviter les vols (boîtes à outils, outils électroportatifs, chalumeaux...);
- les déchets, gravats, emballages et surplus qui seront évacués.

Pour ce calcul, le maître d'œuvre et le coordonnateur SPS peuvent s'appuyer sur des estimations réalisées sur des chantiers similaires ou sur les données de l'exemple ci-contre.

L'estimation menée à partir des poids unitaires des fournisseurs et des quantités standard mises en œuvre pour ce type d'ouvrage figure en annexes 1a et 1b.

Cette estimation corrobore à la fois l'observation des flux par véhicule menée à l'étape précédente et une étude détaillée<sup>17</sup> réalisée au moyen d'appareils de levage équipés de systèmes de pesée et d'enregistreurs ayant permis de mesurer précisément le poids total de « petits volumes » entrant, pour chaque corps d'état, dans la construction d'un immeuble de logements collectifs.

Ces enregistrements avaient notamment mis en évidence les points suivants :

- une fraction non négligeable de matériaux et de matériels destinés aux finitions du gros œuvre continue à transiter dans les étages après la mise hors d'eau - hors d'air de l'ouvrage (11 % du total) ;
- une forte proportion de surplus, de déchets et d'outillage redescend par la même voie (15 % du total).

Le bilan global montre l'extrême importance des charges manutentionnées par les salariés.

Ratios pour 1 000 m<sup>2</sup> de plancher :

Poids total manipulé pour 1 000 m <sup>2</sup> de plancher	
Petits volumes	80 tonnes
Encombrants	48 tonnes

Pour l'ensemble de l'opération immobilière étudiée :

Poids total manipulé pour l'opération (60 logements – 4 500 m <sup>2</sup> de plancher)	
Petits volumes	360 tonnes
Encombrants	216 tonnes
Total	576 tonnes

17. Carsat Rhône-Alpes : SP 1102, octobre 2000, « Mise en service des ascenseurs ».

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

## ● ÉTAPE 3 : ÉVALUATION DES MOYENS DE MANUTENTION MOBILISABLES

La géométrie de l'ouvrage et les aménagements réalisés (ou non) conditionnent les moyens de manutention qui peuvent être mobilisés par les entreprises et les salariés.

Cette étape consiste à analyser chaque organisation envisagée en identifiant les modes de manutention pouvant être mis en œuvre pour chaque type de colis.

Elle se déroule en trois phases :

- analyse qualitative des moyens d'aide à la manutention d'approvisionnement qu'il est possible d'utiliser ;
- analyse quantitative des colis manutentionnés en fonction de ces moyens ;
- analyse des possibilités d'emploi d'aides techniques à la production.

## ↓ ANALYSE QUALITATIVE

L'analyse qualitative pour l'approvisionnement général du chantier est menée en cherchant en priorité les moyens de manutention les moins contraignants (voir chapitre 2.1) :

- **Manutention mécanique**
- **Manutention manuelle assistée**
- **Manutention manuelle simple**
- **Manutention manuelle avec dénivelé**

Moins contraignant

Plus contraignant

Lorsque la chaîne d'approvisionnement requiert plusieurs modes de manutention pour une même charge, la méthode proposée pour l'évaluation des risques retiendra, par convention, le mode le plus contraignant pour la santé.

*EXEMPLE : Pour une palette de carrelage déchargée à l'aide d'une grue auxiliaire aux abords du bâtiment (manutention mécanique) mais acheminée par les salariés paquet par paquet dans les étages (manutention manuelle avec dénivelé), c'est ce dernier mode qui sera retenu.*

L'analyse qualitative est faite pour les colis « encombrants » comme pour les « petits volumes ».

- Analyse de la solution « défaut d'organisation logistique »

- MATÉRIAUX ET FOURNITURES ENCOMBRANTS : L'absence de recette à matériaux adaptée permettant une reprise de charge par transpalette, de même que l'obligation de trier manuellement certaines fournitures sur le chantier avant de les distribuer dans les étages (fenêtres) impliquent le recours systématique à la *manutention manuelle simple* au moins une fois pour chaque colis approvisionné.
- PETITS VOLUMES : Les marches à l'entrée du bâtiment, l'absence de rampe, les voies de circulation impraticables aux diables ou aux transpalettes conduisent également recourir à la *manutention manuelle simple* dans tous les cas. En l'absence de moyens de levage mutualisé entre les entrées prises permettant de franchir les étages (ascenseur, monte-matériaux...), 78 % de ces manutentions manuelles sont des *manutentions avec dénivelé* (3500 m<sup>2</sup> sur 4500 m<sup>2</sup>).

- Analyse des **organisations 1 et 2**

La continuité des circulations horizontales et des moyens de levage permet à toutes les charges d'être reprises par transpalette ou diable et acheminées par roulage jusqu'au lieu de mise en œuvre. Tous les approvisionnements, qu'ils concernent des colis « encombrants » ou « petits volumes », peuvent se faire par *manutention manuelle assistée*.

L'une ou l'autre de ces solutions doit être clairement privilégiée.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## ↓ ANALYSE QUANTITATIVE

Cette phase permet d'affiner les besoins en moyens d'aide à la manutention pour les « petits volumes ».

Elle consiste à répartir les colis par tranche de poids significative et à évaluer pour chaque tranche le nombre de déplacements nécessaires.

En fonction du mode de manutention, la méthode proposée pour l'évaluation des risques retiendra, par convention, les seuils significatifs suivants :

- **Manutention manuelle simple ou avec dénivelé :**
  - Poids ≤ 15 kg
  - 15 kg < Poids ≤ 25 kg
  - 25 kg < Poids ≤ 55 kg
  - Poids > 55 kg<sup>18</sup>
- **Manutention manuelle assistée :**
  - Poids ≤ 200 kg
  - 200 kg < Poids ≤ 400 kg

Cette analyse est destinée à montrer que l'importance des manutentions d'approvisionnement des « petits volumes » est généralement sous-estimée.

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

- Analyse du chantier avec «**défaut d'organisation logistique**»

En l'absence d'organisation logistique, les *manutentions* sont *manuelles avec dénivelé*. Les colis sont généralement transportés un à un. Une analyse quantitative détaillée réalisée à partir de l'étape précédente (voir annexe 2a) permet d'estimer la répartition du poids global et du nombre de colis par tranche de poids significatif.

Répartition des « petits volumes » par tranche de poids – 1 000 m<sup>2</sup> de plancher  
« Défaut d'organisation logistique » : manutention manuelle simple

Caractéristiques des colis		Répartition		Poids total (%)
Tranche de poids	Poids moyen (kg)	Nombre	%	
Poids colis ≤ 15 kg	8	4 635	74,5	48
15 kg < Poids colis ≤ 25 kg	20	1 316	21,0	34
25 < Poids colis ≤ 55 kg	48	235	4,0	14
Poids colis > 55 kg	99	31	0,5	4
Total		6 217	100	100

Cette étude montre que 25,5 % des colis et 52 % du poids total manutentionné manuellement relèvent de charges dont le poids dépasse 15 kg.

En dépit du regroupement de nombreuses fournitures (matériel électrique, robinetterie, bottes de plinthes, etc.), le nombre de colis transportés dépasse 6 200 unités.

Pour l'opération de construction de 60 logements étudiée (4 500 m<sup>2</sup>), les 360 tonnes de « petits volumes » se répartissent en près de **28 000 colis** représentant autant de voyages entre le pied de l'ouvrage et le lieu de mise en place.

- Analyse des **organisations 1 et 2**

La possibilité d'utiliser des diables ou des transpalettes permet de regrouper les charges. Les manutentions sont facilitées et les déplacements moins nombreux. Pour des raisons d'encombrement, il est judicieux de limiter le poids des colis à 120 kg dans l'ascenseur (organisation n° 1) tandis que celui-ci peut être porté à 200 kg dans une *plateforme de transport extérieure* (organisation n° 2).

Les petits matériels, les consommables et les déchets restent approvisionnés quotidiennement. Ils peuvent cependant être déplacés au moyen de *diables* et de caisses à outils ou de *conteneurs sur roues*. Ces colis, d'environ 20 kg, représentent environ un quart du poids total.

18. Limite fixée par le code du travail, impliquant la manutention de ces colis par plusieurs personnes.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## ↓ ANALYSE QUANTITATIVE (SUITE)

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

L'analyse détaillée (voir annexes 2b et 2c) permet d'estimer le nombre et la répartition des colis pour chacune des deux organisations :

Répartition des « petits volumes » par tranche de poids – 1 000 m <sup>2</sup> de plancher Manutention manuelle assistée						
	Caractéristiques des colis			Répartition		Poids total (%)
	Destination	Poids moyen (kg)	Nombre	%		
Org. n° 1	Approvisionnement journalier (outillage, consommables)	20	1 070	69		27
	Approvisionnement général tous matériaux et fournitures	120	473	31		73
	<b>Total organisation n° 1</b>		<b>1 543</b>	<b>100</b>		<b>100</b>
Org. n° 2	Approvisionnement journalier (outillage, consommables)	20	1 070	79		27
	Approvisionnement général tous matériaux et fournitures	200	284	21		73
	<b>Total organisation n° 2</b>		<b>1 354</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

Pour l'opération de construction de 60 logements étudiée (4 500 m<sup>2</sup>), le nombre total de colis « petits volumes » déplacé avec les organisations 1 et 2 est donc respectivement de l'ordre de **7 000** et de **6 100**.

**Nombre de colis déplacés et mode de manutention pour l'opération  
(60 logements - 4 500 m<sup>2</sup> de plancher)**

« Défaut d'organisation logistique »	Organisation n° 1 « Recettes + ascenseurs définitifs »	Organisation n° 2 « Plateformes de transport extérieures »
<b>28 000 colis</b>	<b>7 000</b>	<b>6 100 colis</b>
<b>Manutention manuelle simple</b>	<b>Manutention manuelle assistée</b>	

## ↓ AIDES TECHNIQUES À LA PRODUCTION

L'évaluation des risques liés à la mise en œuvre relève plus spécifiquement des entreprises en fonction des techniques propres à chacune d'elles. Toutefois, la possibilité d'**acheminer des matériels** facilitant la mise en œuvre des matériaux et des équipements, et la possibilité de transférer **ces aides techniques** d'un niveau à un autre, de façon simple, tout au long du chantier, est une mesure de coordination qui doit constituer un critère complémentaire.

Dans le cas des **organisations 1 et 2**, des matériels d'aide à la mise en œuvre peuvent être acheminés simplement sur le chantier : lève-plaque, lève-chauffe-eau, établis de découpe, malaxeurs, palonniers à ventouses...

En cas de « **défaut d'organisation logistique** », les efforts importants ou répétitifs nécessaires pour acheminer et déplacer ces matériels sont dissuasifs à leur utilisation.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

## ● ÉTAPE 4 : ÉVALUATION DE LA DURÉE DES MANUTENTIONS

Cette étape consiste à estimer le temps d'exposition des salariés aux risques liés aux manutentions manuelles pour l'ensemble des équipes.

- Elle se déroule en deux phases :
- détermination du temps de manutention pour chaque type de colis ;
  - estimation du temps global de manutention pour l'ensemble des corps d'états.

→ TEMPS DE MANUTENTION POUR CHAQUE TYPE DE COLIS

Cette phase consiste à évaluer la consommation de main d'œuvre pour quelques opérations de manutention représentatives.

Des observations peuvent être réalisées sur des chantiers similaires afin de mesurer les « temps caractéristiques » :

- pour des colis livrés au fil de l'eau ;
- pour des chargements complets faisant l'objet d'approvisionnements groupés.

Pour cela :

- 1) choisir plusieurs opérations représentatives en fonction :
  - de l'encombrement,
  - du poids,
  - des moyens de manutention utilisés,
  - de la distance et du dénivelé ;
- 2) effectuer les mesures pour des approvisionnements significatifs correspondant à *minima* aux quantités nécessaires pour le travail d'une journée (ne pas se limiter à quelques unités) ;
- 3) mesurer le temps global imputable aux manutentions en intégrant :
  - les déplacements successifs de l'entrée du chantier jusqu'au lieu de mise en œuvre définitif en passant par les stockages provisoires intermédiaires (extérieur à l'ouvrage, intérieur au rez-de-chaussée, à l'étage...);
  - les temps de retour à vide,
  - le temps de repos physiologique indispensable à la régénération métabolique après tout travail musculaire et le temps de récupération avant reprise de l'activité normale de production.

Lorsque des moyens mécaniques sont envisagés pour la première fois, prendre en compte la vitesse d'élévation donnée par les constructeurs ainsi qu'un temps d'attente après appel de l'ascenseur ou de la plateforme de transport extérieure.

Il est également possible de s'appuyer sur les observations ci-contre.

Exemples de temps caractéristiques observés par colis unitaire « petits volumes »			
Type de colis	Poids unitaire	Conditions (2 <sup>e</sup> étage pour tous les cas)	Temps par colis
Petit appareillage électrique	2 kg	Manutention manuelle avec dénivelé	3 min
Portes alvéolées	15 kg	Manutention manuelle avec dénivelé	6 min
Régréage	25 kg	Manutention manuelle avec dénivelé	8 min
Vantaux de porte-fenêtre	50 kg	Manutention manuelle avec dénivelé	2 x 10 = 20 min (2 personnes)
Rouleaux de moquette	200 kg	Manutention manuelle avec dénivelé (charge excessive)	2 x 24 = 48 min (2 personnes)
Tout produit	120 kg	Manutention manuelle assistée par diable, circulation sur voies stabilisées et ascenseur définitif	5 min
Tout produit	200 kg	Manutention manuelle assistée par transpalette, circulation sur voies stabilisées et plateforme de transport extérieure	7 min

Exemples de temps caractéristiques observés pour chargements complets « encombrants »			
Type de chargement	Type de véhicule	Conditions	Temps pour chargement complet
Plaques de plâtre		Approvisionnement manuel avec dénivelé plaque par plaque jusqu'aux 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup> étages	72 heures
20 palettes soit 1 000 plaques	Semi 38 t	Mise de la palette à niveau des garde-corps d'un balcon par chariot élévateur et reprise manuelle simple plaque par plaque	40 heures
		Levage palette par grue à tour, reprise sur recette, manutention manuelle assistée par transpalette	6 heures
		Manutention manuelle assistée par transpalette électrique, circulation sur voies stabilisées et plateforme de transport	8 heures
Menuiseries extérieures		Tri manuel des références sur chantier, élingage, chargement dans un panier, mise des colis à niveau des garde-corps du balcon par grue et reprise manuelle unité par unité	48 heures
6 chevaux soit 30 colis	Camion 26 t	Références triées en usine, levage palette par grue à tour, reprise sur recette, manutention manuelle assistée par transpalette motorisée	4 heures
		Références triées en usine, manutention manuelle assistée par transpalette, circulation sur voies stabilisées et plateforme de transport extérieure	6 heures

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

### ↓ TEMPS GLOBAL DE MANUTENTION POUR L'ENSEMBLE DES CORPS D'ÉTATS

Cette phase consiste à compiler l'ensemble des données collectées aux étapes précédentes. Les quantités de matériaux, de fournitures et de matériels ont été évaluées à l'étape 2.

#### Pour les colis « encombrants » :

- Des « temps caractéristiques » d'approvisionnement par type de livraison ont été estimés ci-dessus.
  - Les quantités estimées peuvent être directement traduites en « nombre de camions de livraison » (voir annexe 1b).
- Le temps global de manutention est donc :  $\Sigma$  (Nombre camion x Temps)

#### Pour les « petits volumes » :

- Les colis ont été répartis par mode de manutention et par tranche de poids à l'étape 3.
- Des « temps caractéristiques » d'approvisionnement pour des colis similaires dans des conditions proches ont été évalués pour chaque tranche (ou peuvent être estimés par interpolation entre plusieurs exemples).

→ Le temps global de manutention est donc :  $\Sigma$  (Nombre colis x Temps)

Le calcul est fait pour chaque organisation envisagée.

Le tableau ci-dessous récapitule le temps global de manutention pour chaque organisation étudiée, « petits volumes » et « encombrants » cumulés (voir détails en annexe 3).

Temps global de manutention – 1 000 m <sup>2</sup> de plancher		
« Défaut d'organisation logistique »	Organisation n° 1 « Recettes + ascenseurs définitifs »	Organisation n° 2 « Plateformes de transport extérieures »
<b>899 heures</b>	<b>124 heures</b>	<b>130 heures</b>
Temps global de manutention pour l'opération (60 logements – 4 500 m <sup>2</sup> de plancher)		
« Défaut d'organisation logistique »	Organisation n° 1 « Recettes + ascenseurs définitifs »	Organisation n° 2 « Plateformes de transport extérieures »
<b>4 045 heures</b>	<b>558 heures</b>	<b>585 heures</b>

En l'absence d'organisation logistique, la consommation de main d'œuvre, pour approvisionner l'ensemble du second œuvre de l'opération étudiée (4 500 m<sup>2</sup>), est donc de **4 045 heures**. Elle représente **17 % du temps total estimé** pour ces travaux.

Cette durée peut être réduite à moins de **600 heures** lorsqu'une organisation est mise en place.

**Le temps consacré aux manutentions peut être divisé par 7 grâce à la mise en place d'une organisation logistique adaptée.**

● ÉTAPE 5 : COMPARAISON ET CHOIX DU MODE D'ORGANISATION DÉFINITIF

Les analyses réalisées selon les quatre critères d'encombrement, de poids, de moyen de manutention et de durée globale sont récapitulées. La comparaison des résultats permet de retenir l'organisation pour laquelle les risques liés aux manutentions sont les plus faibles.

La priorité doit être donnée à l'organisation pour lesquelles la proportion de manutention manuelle mécanisée ou manuelle assistée est la plus importante.

Réciproquement, les organisations pour lesquelles la proportion de manutention manuelle simple est dominante, notamment manutention manuelle avec dénivelé, doivent être écartées.

Le poids déplacé et la durée totale de manutention sont des critères déterminants.

La possibilité d'approvisionner des matériels d'aide à la mise en œuvre des matériaux est également une condition importante.

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des critères analysés pour les trois organisations envisagées.

t = tonnes / h = heures		COMPARAISON DES ORGANISATIONS					
		« DÉFAUT D'ORGANISATION LOGISTIQUE »		« RECETTES + ASCENSEURS DÉFINITIFS »		« PLATEFORMES DE TRANSPORT EXTÉRIEURES »	
Type de colis	Mode de manutention	Ratio pour 1000 m <sup>2</sup> de plancher	60 logements 4500 m <sup>2</sup> de plancher	Ratio pour 1000 m <sup>2</sup> de plancher	60 logements 4500 m <sup>2</sup> de plancher	Ratio pour 1000 m <sup>2</sup> de plancher	60 logements 4500 m <sup>2</sup> de plancher
Encombrants	Manuelle assistée			48 t / 31 h	216 t / 140 h	48 t / 43 h	216 t / 194 h
	Manuelle simple	48 t / 260 h	216 t / 1 170 h	78 t / 93 h	351 t / 418 h	78 t / 87 h	351 t / 391 h
Petits volumes	Manuelle assistée						
	Manuelle simple	80 t / 639 h	360 t / 2 875 h				
	Dont manuelle avec dénivelé	78 %				0 %	
	Total	128 t / 899 h	576 t / 4 045 h	126 t / 124 h	567 t / 558 h	126 t / 130 h	567 t / 585 h
Acheminement de matériels facilitant la mise en œuvre (aides techniques)		Difficile		Possible sans difficulté		Possible sans difficulté	

LES ORGANISATIONS LOGISTIQUES 1 OU 2 SONT PRIORITAIRES.

# 4

## DE L'ÉVALUATION DES RISQUES À L'ÉVALUATION DE L'IMPACT ÉCONOMIQUE : MÉTHODE ET EXEMPLE PRATIQUE

L'évaluation des risques liés aux manutentions montre clairement la nécessité de mettre en œuvre une organisation logistique.

Toutefois, cette logistique engendre des coûts directs immédiatement identifiables tels que l'achat ou la location de matériels : recettes, plateformes de transport extérieures...

Au premier abord, ces coûts peuvent paraître rédhibitoires au maître d'ouvrage sensible à la préservation de la santé des compagnons mais également soucieux de l'équilibre financier de son projet.

Or les manutentions manuelles n'ajoutent aucune valeur, bien au contraire.

Une estimation de l'impact économique s'appuyant sur les résultats de l'évaluation des risques (encombrement et poids des colis, nombre de déplacements, temps global de manutention...) complète l'analyse et permet de renforcer les arguments en faveur des organisations logistiques.

En illustration, l'analyse est poursuivie pour le même chantier (opération de 60 logements en région Pays de la Loire).

Les résultats intermédiaires de cet exemple offrent des ratios technico-financiers utilisables et transposables par les professionnels pour mesurer l'impact d'une organisation logistique sur leurs propres projets.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

### ● DÉROULEMENT DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT ÉCONOMIQUE D'UNE ORGANISATION LOGISTIQUE POUR UN CHANTIER DONNÉ

Suivre les quatre étapes dans l'ordre ci-dessous en tenant compte des caractéristiques de l'opération.

#### COÛT DE LA LOGISTIQUE

Calculer le montant des moyens logistiques pour chaque organisation.

#### DÉPENSES MAIN D'ŒUVRE DE MANUTENTION D'APPROVISIONNEMENT

Déterminer les dépenses de main d'œuvre d'approvisionnement à partir des temps estimés dans l'évaluation des risques.

#### BILAN MANUTENTION D'APPROVISIONNEMENT

Dresser le bilan de la manutention d'approvisionnement en prenant en compte les moyens logistiques et la main-d'œuvre.

#### AUTRES POSTES

Évaluer les autres gains de productivité.

### ● OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION

Démontrer la viabilité économique de la mise en place d'une organisation logistique diminuant les risques liés aux manutentions manuelles.

Le chantier consiste en la construction de 60 logements neufs à très haute performance énergétique sur 4 500 m<sup>2</sup> de planchers.

La durée prévisionnelle est de 18 mois.

Le montant des travaux s'élève à 4 145 000 € pour l'ensemble des lots (valeur 2011).

Les travaux de second œuvre pris en compte dans l'évaluation (Fermetures extérieures, Menuiseries extérieures, Cloisons sèches, Serrurerie / Métallerie, Menuiseries intérieures, Chauffage / Ventilation, Électricité / Courants faibles, Plomberie / Sanitaires, Revêtements de sol / Faïence, Ascenseurs, Peinture / Revêtements muraux) s'élèvent à 2 084 000 €.

L'évaluation des risques a montré que ces travaux nécessitent la manipulation par l'ensemble de ces corps d'état de 576 tonnes de matériaux : fournitures, consommables, matériels et déchets divers.

Parmi ceux-ci, 360 tonnes de matériaux « petits volumes » répartis en 28 000 colis élémentaires sont susceptibles d'être acheminés dans les étages par l'intérieur du bâtiment lorsqu'aucune organisation logistique n'est prévue.

Comparer deux projets d'organisation à la situation inverse rencontrée fréquemment, à savoir un « défaut d'organisation logistique ».

#### BILAN GÉNÉRAL

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## ● ÉTAPE 1 : ÉVALUATION DU COÛT DES MOYENS LOGISTIQUES

Cette étape consiste à estimer les principaux coûts nécessaires pour chacune des organisations envisagées.

Ces coûts peuvent être calculés en s'appuyant sur des données résultant de chantiers similaires ou en consultant des fournisseurs potentiels.

Ils doivent intégrer :

- les moyens matériels spécifiques :
  - les études (dimensionnement, implantation...),
  - l'achat ou la location de matériels pour une durée adaptée,
  - le transport, le montage, le démontage et les déplacements successifs des équipements,
  - les vérifications réglementaires,
  - la maintenance et la remise en état éventuelle,
  - la formation des opérateurs,
  - la main d'œuvre ;
- l'amortissement des petits matériels (diabes, chariots, conteneurs à roulettes...);
- les travaux provisoires de génie-civil ;
- etc.

Les coûts peuvent être optimisés avec :

- une mise en commun des moyens (attribution à un lot spécifique chargé d'effectuer la prestation pour l'ensemble des entreprises) ;
- une planification des travaux afin d'utiliser les infrastructures définitives pour les besoins du chantier (réalisation des accès des personnes à mobilité réduite au plus tôt pour faciliter le roulage des charges par exemple) ;
- etc.

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

Les coûts ci-dessous ont été pris en compte.

## «Défaut d'organisation logistique» :

- Location engins de levage pour approvisionnement menuiseries extérieures et cloisons/doublage

## Dispositions communes aux organisations 1 et 2 :

- Amortissement des matériels d'aide à la manutention (transpalette, diables...)
- Plus-value pour tri des menuiseries par références en atelier avant livraison (pas de tri sur chantier)
- Réalisation des accès « personnes à mobilité réduite » (pour mémoire)

## Organisation n° 1 :

- Recettes à matériaux (prolongation de la location des recettes du gros œuvre : 2 unités pendant 4 mois, 10 déplacements par unité et aménagements spécifique pour franchissement des seuils « à niveau »)
- Engins de levage (location de la grue à tour du gros œuvre pour déchargement des camions)
- Mise en service des ascenseurs définitifs pour les besoins du chantier pendant 6 mois (étude de sécurité, habillage intérieur, franchissements de seuils, raccordement aux réseaux, remise en état et contrat d'entretien)

## Organisation n° 2 :

- Plateformes de transport extérieures (2 unités pendant 8 mois, montage, démontage, location, vérification...)
- Plus-value pour livraison par camion avec grue auxiliaire

Coût des moyens logistiques – Opération globale – 4500 m<sup>2</sup> de plancher

« Défaut d'organisation logistique »	Organisation n° 1 « Recettes + ascenseurs définitifs »	Organisation n° 2 « Plateformes de transport extérieures »
9115 €	27374 €	21476 €

Sur cette opération, le coût d'une organisation logistique efficace limitant les manutentions manuelles varie entre 22 000 et 28 000 €, selon le type d'organisation retenu, soit un surcoût « apparent » variant entre 12 000 et 18 000 € (respectivement 0,3 et 0,5 % du montant total du marché).

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

● **ÉTAPE 2 : ÉVALUATION DES DÉPENSES DE MAIN D'ŒUVRE DE MANUTENTION D'APPROVISIONNEMENT**

Cette étape consiste à évaluer les dépenses de main d'œuvre nécessaires à la manutention pour l'approvisionnement des charges.

Pour chaque organisation, les dépenses de main d'œuvre sont obtenues en multipliant la durée totale de manutention estimée à l'étape 4 de l'évaluation des risques par le coût horaire du travail.

Les temps de main d'œuvre de manutention ont été estimés pour chaque organisation à l'étape 4 de l'évaluation des risques.

Le coût horaire de la main d'œuvre retenu dans cette étude est de 34 € (données Eurostat pour la France, année 2011).

Le calcul est fait sur la base des « débourrés secs » et non sur la base de prix de vente (voir chapitre 1.4).

**Dépenses de main d'œuvre de manutention – Opération globale – 4 500 m<sup>2</sup> de plancher**

« Défaut d'organisation logistique »	Organisation n° 1 « Recettes + ascenseurs définitifs »	Organisation n° 2 « Plateformes de transport extérieures »
<b>4 045 heures</b>	<b>558 heures</b>	<b>585 heures</b>
<b>137 530 €</b>	<b>18 972 €</b>	<b>19 890 €</b>

Sur cette opération, la mise en place d'une organisation logistique limitant les risques de manutentions manuelles se traduit par :

- un gain de l'ordre de 3 500 heures ;
- une diminution des dépenses de main d'œuvre proche de 118 000 €.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

● ÉTAPE 3 : BILAN DES MANUTENTIONS D'APPROVISIONNEMENT

Cette étape consiste à dresser le bilan pour les manutentions d'approvisionnement pour chaque organisation (coût des moyens logistiques et dépenses de main d'œuvre) et à comparer les résultats.

Bilan des manutentions d'approvisionnement – Opération de 4 500 m<sup>2</sup> de plancher

	« Défaut d'organisation logistique »	Organisation n° 1 « Recettes + ascenseurs définitifs »	Organisation n° 2 « Plateformes de transport extérieures »
Coût des moyens logistiques	9 115 €	27 374 €	21 476 €
Dépenses de main d'œuvre de manutention	137 530 €	18 972 €	19 890 €
Bilan	146 645 €	46 346 €	41 366 €
Écart par rapport « Défaut d'organisation logistique »		- 100 299 €	- 105 279 €
Coût manutention / Montant total travaux	3,5 %	1,1 %	1,0 %
Coût manutention / Montant lots concernés	7,0 %	2,2 %	2,0 %

Non seulement les organisations logistiques 1 ou 2 sont prioritaires du point de vue de la prévention des risques, mais elles sont également incontestablement les plus intéressantes du point de vue économique.

Pour cette opération, la mise en place des plateformes de transport extérieures apparaît comme la solution la plus avantageuse.

Par rapport à un chantier « sans organisation logistique » :

- elle divise par 3,5 le coût des manutentions d'approvisionnement;
- elle permet une économie de 5 % par rapport aux lots concernés et de 2,5 % par rapport au montant total des travaux.

COÛT DE LA LOGISTIQUE

DÉPENSES MAIN D'ŒUVRE DE MANUTENTION D'APPROVISIONNEMENT

BILAN MANUTENTION D'APPROVISIONNEMENT

AUTRES POSTES

BILAN GÉNÉRAL

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

## ● ÉTAPE 4: AUTRES POSTES

Cette étape consiste à estimer les autres gains induits par la mise en œuvre d'une organisation logistique.

● **Gain de productivité par la mise en œuvre d'aides techniques :**

La mise en place d'une organisation logistique permettant d'approvisionner les matériaux permet également d'amener et de faire circuler d'un étage à un autre de l'outillage et des matériels performants qui ne seraient pas utilisés autrement en raison de leur poids et de leur encombrement (transfert par escalier impossible).

*EXEMPLES : Lève-plaques électriques, lève-chauffe-eau, établis de découpe, malaxeurs, palonniers à ventouses, plateformes individuelles roulantes ou miniacelles élévatrices de personnel permettant de travailler en hauteur dans des conditions de sécurité conformes au code du travail, etc.*

Une étude<sup>19</sup> montre que lorsque l'on peut disposer de ces aides techniques, la productivité peut augmenter de 3 % (manutention de pose simplifiée, contraintes posturales supprimées, mécanisation de certaines tâches...).

Ce gain porte sur la part « salaires et charges » des montants de travaux.

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

La part des salaires et charges des lots de second œuvre peut être estimée à partir des prix des marchés de travaux et des indices de révision des prix (voir chapitre 1.4). Elle représente un montant global estimé à 939 160 €, soit 45 % du montant total des lots concernés (voir tableau ci-dessous).

En prenant pour hypothèse de travail l'étude référencée ci-contre, un gain de productivité de 3 % conduit à une économie estimée à :

## Estimation de la part « salaire et charges » dans le montant des lots du second œuvre

Lots concernés	Montant € HT (A)	Part des salaires et charges dans l'indice de révision des prix (%) (B)	Montant salaires et charges € HT (A x B)
Fermatures extérieures (bois)	12 000	48	5 760
Menuiseries extérieures (alu)	205 000	38	77 900
Cloisons sèches	243 000	50	121 500
Serrurerie/Métallerie	157 000	42	65 940
Menuiseries intérieures	40 000	47	65 800
Chauffage/Ventilation	342 000	40	136 800
Électricité/Courants faibles	252 000	45	113 400
Plomberie/Sanitaires	294 000	42	123 480
Revêtements de sols/Faïence	210 000	45	94 500
Ascenseurs	63 000	60	37 800
Peinture/Revêtements muraux	166 000	58	96 280
Total	1 984 000		939 160

$$939\,160 \text{ €} \times 3 \text{ \%} = 28\,175 \text{ €}$$

Soit **1,3 % des lots concernés** par l'étude et **0,7 % du montant total** de l'ouvrage.

19. Ernst A. P. Koningsveld, TNO, Hoofddorp. Le coût des mauvaises conditions de travail : une charge pour la société, des perspectives pour les entreprises.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

- **Limitation des vols et dégradations :**

Les vols et dégradations des matériaux sont estimés, par les professionnels, à 3 % environ de la valeur marchande commandée<sup>20</sup>.

La mise en place d'une organisation logistique permanente sur le chantier permet de

- rationaliser les approvisionnements ;
- livraison directe des matériaux au bon endroit ;
- limitation des stocks sur chantier ;
- limitation des encombrements (déplacements successifs, passages en force...);
- limitation des risques de dégradation par les intempéries ou les atmosphères humides ;
- sécurisation des fournitures les plus coûteuses.

Une réduction d'un tiers de cette perte, soit 1 % de la valeur marchande commandée, est raisonnablement envisageable.

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

La part des matériaux est estimée à partir des prix des marchés de travaux à l'aide des indices de révision des prix (voir chapitre 1.4).

## Estimation du coût des matériaux

Lots concernés	Montant € HT (A)	Part des matériaux dans l'indice de révision des prix (%) (B)	Montant des matériaux € HT (A x B)
Fermetures extérieures (bois)	12 000	27	3 240
Menuiseries extérieures (alu)	205 000	48	98 400
Cloisons sèches	243 000	35	85 050
Serrurerie / Métallerie	157 000	40	62 800
Menuiseries intérieures	40 000	29	40 600
Chauffage / Ventilation	342 000	41	140 220
Électricité / Courants faibles	252 000	39	98 280
Plomberie / Sanitaires	294 000	40	117 600
Revêtements de sols / Faïence	210 000	40	84 000
Ascenseurs	63 000	25	15 750
Peinture / Revêtements muraux	166 000	27	44 820
Total	1 984 000		790 760

Une réduction d'un tiers de la perte habituelle liée au vol et aux matériaux des matériaux représente une économie de 7 900 € environ, soit **0,4 % des lots concernés** par l'étude et **0,2 % du montant total** de l'ouvrage.

20. « Pour une logistique des chantiers », *Plan Construction et Architecture*, n° 84, 1997.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENTIONS

### • Réduction des frais fixes de chantier :

La mise en place d'une organisation logistique permet de réduire le temps consacré à l'approvisionnement qui était assuré, dans la plupart des cas, directement par les compagnons chargés de la mise en œuvre.

La réduction des manutentions allée à l'amélioration de la productivité permet de diminuer la durée globale des travaux et entraîne la réduction des frais fixes d'installation de chantier (location de vestiaires, sanitaires, bureaux, clôtures mobiles, bennes à déchets, armoires et consommation électrique, frais de gardiennage, etc.).

**REMARQUE IMPORTANTE :** *La réduction de la durée du chantier n'est pas une fin en soi. La maîtrise des temps d'approvisionnement peut être utilement mise à profit par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et le coordonnateur SPS pour espacer les interventions des différents corps d'état et limiter les risques liés à la coactivité.*

### • Autres gains non valorisés :

La mise en place d'une organisation logistique permet également :

- de mieux valoriser les déchets de chantier ;
- d'améliorer la qualité de l'ouvrage (diminution des sinistres et des réclamations clients) ;
- de faciliter la commercialisation (chantier propre, accès facile à l'appartement témoin).

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

Les organisations 1 et 2 permettent une diminution du temps de manutention d'approvisionnement de 3 500 heures environ.

Elles permettent également une amélioration de la productivité estimée à 3 % des heures consacrées à la production des lots concernés, soit (23 480 – 3 500) x 3 % = 600 heures.

Au total, la mise en place d'une organisation logistique permet un gain de 4 100 heures, soit environ 1,5 mois, sur la durée totale des travaux.

Les frais fixes d'installation de chantier sont estimés, pour cette opération, à 6 000 € par mois.

La réduction de ces frais représente environ 9 000 €, soit **0,4 % des lots concernés** par l'étude et **0,2 % du montant total** de l'ouvrage.

### Bilan « Autres postes » :

Le gain de productivité, la limitation du vol et des dégradations de matériaux ainsi que la réduction des frais fixes de chantier peuvent être estimés globalement à **2,1 % des lots concernés** par l'étude et **1,1 % du montant total** de l'ouvrage.

## MÉTHODE D'ÉVALUATION DES MANUTENITIONS

COÛT DE LA LOGISTIQUE

DÉPENSES MAIN D'ŒUVRE  
DE MANUTENTION  
D'APPROVISIONNEMENTBILAN MANUTENTION  
D'APPROVISIONNEMENT

AUTRES POSTES

BILAN GÉNÉRAL

## ● ÉTAPE 5 : BILAN ET COMPARAISON

Cette étape consiste à compiler les calculs précédents et à comparer les différentes solutions.

Les critères de coût ne peuvent entrer en ligne de compte pour agir en matière de prévention, toute entreprise ayant une obligation de sécurité de résultat.

Toutefois la comparaison montre que les chantiers réalisés avec une organisation logistique sont nettement plus économiques que les chantiers sans organisation spécifique.

▶ **L'étude d'impact économique confirme donc que les maîtres d'ouvrages ne doivent avoir aucune réticence à opter pour les organisations logistiques reconnues prioritaires par l'évaluation des risques, bien au contraire.**

## APPLICATION À UN CHANTIER DE 60 LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

L'organisation « Plateformes de transport extérieures » est sensiblement plus avantageuse.

Le tableau ci-dessous récapitule les gains attendus pour cette solution.

**Impact économique de la mise en place d'une organisation logistique pour les travaux de second œuvre par rapport à un chantier réalisé sans organisation spécifique**  
Bilan pour une opération de construction de 60 logements – 4 500 m<sup>2</sup> de plancher

(%)	Par rapport au montant des lots étudiés	Par rapport au coût total de la construction
Coût de la manutention	- 5,0	- 2,5
Gain de productivité	- 1,3	- 0,7
Vois et dégradations	- 0,4	- 0,2
Frais fixes de chantier	- 0,4	- 0,2
<b>Total</b>	<b>- 7,1</b>	<b>- 3,6</b>

## CONCLUSION : VERS UN LOT LOGISTIQUE GÉNÉRALISÉ

Évaluer les risques liés aux manutentions en amont d'un chantier est une démarche structurante dans laquelle les coordonnateurs SPS et les maîtres d'œuvre ont un rôle essentiel à jouer. Celle-ci doit conduire les donneurs d'ordre à prévoir, dès la phase d'appel d'offre, l'organisation des moyens communs de manutention permettant d'assurer dans le temps et l'espace la continuité des flux verticaux et horizontaux.

La méthode d'évaluation proposée par ce document peut être utilisée pour tout type d'opération de bâtiment et de travaux publics.

Les éléments chiffrés issus de cette évaluation servent à alimenter une étude d'impact économique qui confirme à son tour non seulement que les organisations logistiques s'imposent pour l'amélioration des conditions de travail, mais également qu'elles sont viables économiquement.

Appliquée aux travaux de second œuvre, pour un chantier de 60 logements sociaux, l'évaluation des risques confirme, par l'estimation des masses déplacées et des temps de manutention, que la mise en place d'une organisation logistique est indispensable.

Dans ce cas, le chiffrage de l'impact économique, montre qu'une organisation adaptée pour les travaux Partitions, Équipements techniques et Finitions est rentable. Elle conduit à un gain de près de 6,7 % du montant des travaux concernés et de 3,4 % du coût total de l'ouvrage.

Une étude approfondie englobant les travaux Charpente, Couverture, Étanchéité ou Gros œuvre (notamment pour tout ce qui concerne la manutention de matériel d'étaie ou d'échafaudage) doit améliorer ce résultat.

À terme, la mise en place d'un lot Logistique est un choix stratégique qui doit s'imposer sur tous les chantiers pour une relation « gagnant-gagnant » entre les maîtres d'ouvrage, les entreprises et les salariés :

- maîtrise des coûts et des délais pour les maîtres d'ouvrage ;
- maintien dans l'emploi des seniors et prévention des risques professionnels pour les entreprises ;
- amélioration des conditions de travail et valorisation de leur qualification pour les salariés.

À long terme cette logistique permettra de diminuer également de façon significative la sinistralité, et donc les coûts directs et indirects des AT/MP.

# ÉVALUATION DES MANUTENTIONS POUR UNE OPÉRATION DE CONSTRUCTION

# APPLICATION À UN CHANTIER DE LOGEMENTS COLLECTIFS

Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité

Pour une surface de plancher globale **S** (en m<sup>2</sup>), utiliser un coefficient **U = S / 1000**

Établir la liste des matériaux, des fournitures et des matériels nécessaires à la construction de l'ouvrage et les répartir en fonction de leur encombrement.

**Poids des charges à manutentionner**

« Petits volumes » = colis pouvant être acheminés dans les étages par l'intérieur du bâtiment :

$P_{PV} = U \times 80 = \text{_____ tonnes}$

« Encombrants » = autre colis :

$P_E = U \times 48 = \text{_____ tonnes}$

Estimer les poids unitaires et les quantités globales devant être manutentionnées.

Analyser chaque organisation possible et identifier le meilleur mode de manutention pouvant être mis en œuvre pour chaque type de colis. Estimer la répartition des poids ainsi transportés.

**Durée des manutentions d'approvisionnement**

Défaut d'organisation logistique impliquant une majorité de manutentions manuelles simples et/ou avec dénivelé :

$T_{bol} = U \times 900 = \text{_____ heures}$

Organisation logistique de type « recettes à matériaux + ascenseurs définitifs »

ou « plateformes de transport extérieures » permettant les manutentions manuelles assistées ou les manutentions mécaniques dans la plupart des situations :

$T_{ol} = U \times 130 = \text{_____ heures}$

Estimer le temps d'exposition des salariés, c'est-à-dire la durée cumulée des manutentions.

La priorité doit être donnée à l'organisation pour laquelle la proportion de manutention manuelle mécanisée ou manuelle assistée est la plus importante. Le poids déplacé et la durée totale de manutention sont des critères déterminants.

La possibilité d'approvisionner des matériels d'aide à la mise en œuvre des matériaux est également une condition importante.

## ÉVALUATION DE L'IMPACT ÉCONOMIQUE

	DÉFAUT D'ORGANISATION LOGISTIQUE	ORGANISATION LOGISTIQUE
COÛT DE LA LOGISTIQUE	$A_{bol} = \text{_____}$	$A_{ol} = \text{_____}$
DÉPENSES MAIN D'ŒUVRE DE MANUTENTION D'APPROVISIONNEMENT	$B_{bol} = T_{bol} \times 34 = \text{_____}$	$B_{ol} = T_{ol} \times 34 = \text{_____}$
BILAN MANUTENTION D'APPROVISIONNEMENT	$Bilan = A_{bol} + B_{bol} = \text{_____}$	$Bilan = A_{ol} + B_{ol} = \text{_____}$
AUTRES POSTES		
BILAN GÉNÉRAL		

Vérifier que les chantiers réalisés avec une organisation logistique permettant de réduire les risques liés aux manutentions manuelles sont également viables du point de vue économique.

# ANNEXES

## LISTE DES TABLEAUX *(voir p. suivantes)*

.....  
Annexe 1a: Estimation des quantités de fournitures, matériaux et matériels  
« Petits volumes »

Annexe 1b: Estimation des quantités de fournitures, matériaux et matériels  
« Matériaux encombrants »

.....  
Annexe 2a: « Défaut d'organisation logistique »  
Répartition des colis par tranche de poids – Manutention manuelle simple ou avec dénivelé

Annexe 2b: Organisation n° 1: « Recettes + ascenseurs définitifs »  
Répartition des colis par tranche de poids – Manutention manuelle assistée

Annexe 2c: Organisation n° 2: « Plateformes de transport extérieures »  
Répartition des colis par tranche de poids – Manutention manuelle assistée

.....  
Annexe 3: Estimation des temps de manutention pour chaque organisation

Annexe 3a: « Défaut d'organisation logistique »

Annexe 3b: « Organisation n° 1: Recettes + ascenseurs définitifs »

Annexe 3c: « Organisation n° 2: Plateformes de transport extérieures »  
.....

**ANNEXE 1a: ESTIMATION DES QUANTITÉS DE FOURNITURES, MATÉRIAUX ET MATÉRIELS – « PETITS VOLUMES »**  
**Chantier de logements collectifs – Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité – Pour 1 000 m<sup>2</sup> de plancher**

Lot	Désignation	Quantités pour 10 logements soit 1 000 m <sup>2</sup>	Unité	Poids unitaire (kg)	Poids total (kg)	Conditionnement transportable	Nombre de colis	Poids des colis (kg)	Poids moyen (kg)
Serrurerie	Garde-corps et mains courantes	200	m	50	10 000	Unité de 1 m	200	50	
	Séparatifs vitrés	5	U	100	500	Unité	5	100	
<b>Total Serrurerie</b>					<b>10 500</b>		<b>205</b>		<b>51</b>
Isolation, cloisons, doublage	Carreaux de plâtre (5 cm)	220	m <sup>2</sup>	50	11 000	Unité	647	17	
	Laine de verre	80	m <sup>3</sup>	15	1 200	Rouleau	86	14	
	Colle pour pose doublage	550	m <sup>2</sup>	2,5	1 325	Sac	53	25	
	Colle pour joint doublage et cloisons	1 280	m <sup>2</sup>	0,4	512	Sac	20	25	
<b>Total LCD</b>					<b>14 037</b>		<b>806</b>		<b>17</b>
Menuiserie intérieure	Portes palières	10	U	85	850	Unité	10	85	
	Huissières pour portes palières	10	U	15	150	Unité	10	15	
	Portes intérieures	66	U	12	792	Unité	66	12	
	Huissières pour portes intérieures	66	U	10	660	Unité	66	10	
	Portes de placards	60	U	12	720	Unité	60	12	
	Poignées, charnières...	76	Par porte	0,5	38	Paquet	8	5	
	Plinthes	450	m	0,8	360	Paquet	72	5	
	Coffres et volets persiennes PVC	25	m <sup>2</sup>	10	250	Rouleau	25	10	
					<b>3 820</b>		<b>317</b>		<b>12</b>
	Chaudières	10	U	68	680	Unité	10	68	
	Baignoires	5	U	30	150	Unité	5	30	
	Douches	5	U	41	205	Unité	5	41	
Lavabos sur colonne	10	U	19	190	Unité	10	19		
Meubles évier	10	U	40	400	Unité	10	40		
Cuvettes WC + réservoirs	15	U	36	540	Unité	15	36		
Réservoir WC	15	U	4	60	Unité	15	4		
Robinetterie et accessoires SdB, SdE et Cuisine		Par logement	5	50	Paquet	5	10		
Radiateurs	66	U	20	1 320	Unité	66	20		
				<b>3 595</b>		<b>141</b>		<b>25</b>	
<b>Total Plomberie, ventilation, chauffage</b>									
Électricité	Tableaux	10	U	7	70	Unité	10	7	
	Câblage	50	U	20	1 000	Unité	50	20	
	Par pièce	66		1	66	Ensemble	66	1	
<b>Total Électricité</b>					<b>1 136</b>		<b>126</b>		<b>9</b>
Carrelage, sol souple, faïence	Carrelage 30 x 30 (apparetements et parties communes)	200	m <sup>2</sup>	20	4 000	Paquet	400	10	
	Colle pour carrelage	200	m <sup>2</sup>	7	1 400	Sac	56	25	
	Joints pour carrelage	200	m <sup>2</sup>	1	200	Sac	8	25	
	Ragréage autonivelant (3 mm) avant carrelage	200	m <sup>2</sup>	4	800	Sac	32	25	
	PVC sol souple / moquette	300	m <sup>2</sup>	3,5	1 050	Rouleau	6	175	
	Colle sol souple / moquette	300	m <sup>2</sup>	2	600	Sac	24	25	
	Ragréage autonivelant (3 mm) avant sol souple / moquette	300	m <sup>2</sup>	4	1 200	Sac	48	25	
	Faïence	150	m <sup>2</sup>	15	2 250	Paquet	225	10	
	Colle faïence	150	m <sup>2</sup>	3,5	525	Sac	21	25	
	Joints pour faïence	150	m <sup>2</sup>	0,5	75	Sac	3	25	
					<b>12 100</b>		<b>823</b>		<b>15</b>
	Parquet	Parquet	200	m <sup>2</sup>	8	1 600	Paquet	107	15
Colle parquet	Colle parquet	200	m <sup>2</sup>	1	200	Sac	20	10	
Ragréage autonivelant (3 mm) avant parquet	Ragréage autonivelant (3 mm) avant parquet	200	m <sup>2</sup>	4	800	Sac	32	25	
<b>Total Parquet</b>					<b>2 600</b>		<b>159</b>		<b>16</b>
Peinture intérieure	Peinture (2 couches)	3 056	m <sup>2</sup>	0,3	917	Pot	46	20	
<b>Total Peinture intérieure</b>					<b>917</b>		<b>46</b>		<b>20</b>
Maçonnerie (voir note n° 13)	Ragréage murs, plafonds, escaliers, seuils	1	Ensemble	5 000	5 000	Sac	200	25	
	Matériels divers GO	1	Ensemble	3 000	3 000	Ensemble	200	15	
<b>Total Maçonnerie</b>					<b>8 000</b>		<b>400</b>		<b>20</b>
<b>Total Fournitures</b>					<b>56 705</b>		<b>3 022</b>		<b>19</b>
Eau de gâchage pour produits de ragréage en l'absence de réseau provisoire	4 à 5 litres d'eau pour 25 kg de produit soit 20 % environ	7 800	kg	0,2	1 560	Seau	156	10	
	Approvisionnement manuel par seaux de 10 litres								
Outils second œuvre	Approvisionnement journalier: 50 j x 10 équipes x 2 hommes x 1 trajet = 1 000 trajets allers	1 000	kg	8	8 000	Ensemble	1 000	8	
	Caisse à outil : 8 kg Outils électroportatifs et accessoires : 4 kg Escabeaux, niveaux, règles, chalumeaux, rallonges électriques, etc. : 3 à 5 kg Soit 8 kg en moyenne par trajet aller								
Consommables second œuvre	Approvisionnement journalier (cartouches, flexibles, gaines, baguettes, visserie, gants...)	1 000	kg	3	3 000	Ensemble	1 000	3	
<b>Total Matériel et consommables</b>					<b>12 560</b>		<b>2 156</b>		<b>6</b>
Repli et évacuation (15 % du total – voir note n° 13)	Outils, surplus et déchets de chantier redescendant, sur la base de colis identiques à ceux de l'approvisionnement journalier				10 390	Ensemble	1 039	10	
<b>Total Repli et Evacuation</b>					<b>10 390</b>		<b>1 039</b>		<b>10</b>
<b>TOTAL</b>					<b>79 655</b>		<b>6 217</b>		<b>13</b>

ANNEXE 1b : ESTIMATION DES QUANTITÉS DE FOURNITURES, MATÉRIAUX ET MATÉRIELS – « MATÉRIAUX ENCOMBRANTS » Chantier de logements collectifs – Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité – Pour 1 000 m <sup>2</sup> de plancher										
Lot	Désignation	Quantités pour 10 logements soit 1 000 m <sup>2</sup>	Unité	Poids unitaire (kg)	Poids total (kg)	Conditionnement	Nombre de colis	Poids des colis (kg)	Nombre de camions	
Isolation, cloisons, doublage	Doublage (530 m <sup>2</sup> )									
	Plaques de doublage	560	m <sup>2</sup>	14	7 840	PaLETTE de 10 plaques	20	400		
	Cloisons séparatives (200 m <sup>2</sup> )									
	Plaques de plâtre	840	m <sup>2</sup>	10,2	8 568	PaLETTE de 50 plaques	6	1 400	Environ 2,5 semi-remorques capacité 38 tonnes	
	Rails et montants	900	m	0,5	450	Botte	30	15		
	Cloisons de distribution (550 m <sup>2</sup> )									
	Plaques de plâtre	2 310	m <sup>2</sup>	10,2	23 562	PaLETTE de 50 plaques	17	1 400		
	Rails et montants	2 145	m	0,5	1 073	Botte	72	15		
<b>Total CD</b>					<b>41 493</b>		<b>144</b>	<b>2,5</b>		
Menuiserie extérieures	Fenêtres et portes-fenêtres (2,3 m <sup>2</sup> /u et 40 kg/m <sup>2</sup> )	65	U	92	5 980	Chevalets de 5 unités	13	460	Environ 2,5 camions capacité 26 tonnes	
	Portes d'entrée (au prorata de la superficie totale)	1	U	100	100	Unité	1	100		
<b>Total Menuiseries Extérieures</b>					<b>6 080</b>		<b>14</b>	<b>2,5</b>		
Plomberie, ventilation, chauffage	VMC (au prorata de la superficie totale)								Environ 1 camion capacité 32 tonnes	
	Gaines techniques : – Conduits métalliques verticaux – Gaines en matériaux coupe-feu – Chutes d'eaux usées en PVC	1	U	120	120	PaLETTE 105 x 150	1	120		
<b>Total Plomberie</b>					<b>120</b>		<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>TOTAL</b>					<b>47 693</b>		<b>159</b>		<b>6</b>	

Au prorata de la superficie totale



**ANNEXE 2b: ORGANISATION N° 1 : « RECETTES + ASCENSEURS DÉFINITIFS »**  
**Répartition des colis par tranche de poids – Manutention manuelle assistée – Chantier de logements collectifs – Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité**  
**« Petits volumes » – Pour 1 000 m<sup>2</sup> de plancher**

Répartition par type de colis	Désignation	Poids total	Unité	Poids moyen (kg)	Conditionnement	Nombre de colis	Répartition du poids (% du poids total)
Approvisionnement journalier Outillage et consommables	Caisse à outil, outils électroportatifs et accessoires, escabeaux, niveaux, règles, chalumeaux, rallonges électriques, etc.	21 390	kg	20	Utilisation de diables, de caisses à outils sur roues ou de conteneurs sur roues de dimensions compatibles avec la taille de l'ascenseur	1 070	27
	Cartouches, flexibles, gaines, baguettes, visserie, gants...						
	Outillage, surplus et déchets de chantier redescendant, sur la base de colis identiques à ceux de l'approvisionnement journalier						
Approvisionnement manuel en eau remplacé par mise en place d'un réseau de distribution provisoire (réduction du tonnage global de 1 560 kg)	Approvisionnement manuel en eau remplacé par mise en place d'un réseau de distribution provisoire (réduction du tonnage global de 1 560 kg)	56 705	kg	120	Regroupement des colis élémentaires par ensembles de 120 kg environ	473	73
	(Selon détail estimatif en annexe 2a)						
Approvisionnement général	Tous matériaux et fournitures selon détail estimatif annexe 2a	78 095				1 543	100
<b>TOTAL</b>		<b>78 095</b>				<b>1 543</b>	<b>100</b>

**ANNEXE 2c: ORGANISATION N° 2 : « PLATEFORMES DE TRANSPORT EXTERIEURES »**  
**Répartition des colis par tranche de poids – Manutention manuelle assistée – Chantier de logements collectifs – Second œuvre – hors charpente, couverture, bardage et étanchéité**  
**« Petits volumes » – Pour 1 000 m<sup>2</sup> de plancher**

Répartition par type de colis	Désignation	Poids total	Unité	Poids moyen (kg)	Conditionnement	Nombre de colis	Répartition du poids (% du poids total)
Approvisionnement journalier Outillage et consommables	Caisse à outil, outils électroportatifs et accessoires, escabeaux, niveaux, règles, chalumeaux, rallonges électriques, etc.	21 390	kg	20	Utilisation de diables, de caisses à outils sur roues ou de conteneurs sur roues de dimensions compatibles avec la taille de l'ascenseur	1 070	27
	Cartouches, flexibles, gaines, baguettes, visserie, gants...						
	Outillage, surplus et déchets de chantier redescendant, sur la base de colis identiques à ceux de l'approvisionnement journalier						
Approvisionnement manuel en eau remplacé par mise en place d'un réseau de distribution provisoire (réduction du tonnage global de 1 560 kg)	Approvisionnement manuel en eau remplacé par mise en place d'un réseau de distribution provisoire (réduction du tonnage global de 1 560 kg)	56 705	kg	200	Regroupement des colis élémentaires par ensembles de 120 kg environ	284	73
	(Selon détail estimatif en annexe 2a)						
Approvisionnement général	Tous matériaux et fournitures selon détail estimatif annexe 2a	78 095				1 354	100
<b>TOTAL</b>		<b>78 095</b>				<b>1 354</b>	<b>100</b>

## ANNEXE 3 : ESTIMATION DES TEMPS DE MANUTENTION POUR CHAQUE ORGANISATION

## ANNEXE 3a : « DÉFAUT D'ORGANISATION LOGISTIQUE » – (Tous mouvements par manutention manuelle simple avec dénivelé)

PETITS VOLUMES	Répartition du nombre de colis par tranche de poids (%)	Répartition du poids (kg)	Poids moyen (kg)	Nombre de voyages (u)	Temps de manutention moyen, y compris reprises et temps de récupération (min)	Temps total (min)	Temps total (h)
Poids colis ≤ 15 kg	48	38 416	8	4635	5	23 175	386
15 kg < Poids colis ≤ 25 kg	34	26 864	20	1 316	7	9 215	154
25 kg < Poids colis ≤ 55 kg	14	11 295	48	235	20	4 700	78
Poids colis > 55 kg	4	3 080	99	31	40	1 240	21
Total	100	79 655	–	6 217	–	38 329	639
<b>ENCOMBRANTS</b>	–	–	–	Nombre de véhicules (u)	Temps manutention par camion (h)	–	Temps manutention total (h)
Camions ICD	–	–	–	2,5	40	–	100
Camions menuiserie ext.	–	–	–	2,5	48	–	120
Camion plomberie	–	–	–	1,0	40	–	40
Total	–	–	–	6,0	–	–	260

TOTAL:

899 heures

## ANNEXE 3b : « ORGANISATION N° 1 : RECETTES + ASCENSEURS DÉFINITIFS » – (Tous mouvements par manutention manuelle assistée)

PETITS VOLUMES	Répartition du nombre de colis par tranche de poids (%)	Répartition du poids (kg)	Poids moyen (kg)	Nombre de voyages (u)	Temps de manutention moyen, y compris reprises et temps de récupération (min)	Temps total (min)	Temps total (h)
Approvisionnement joaillier Outillage et consommables	27	21 390	20	1 070	3	3 209	53,5
Approvisionnement général tous matériaux et fournitures	73	56 705	120	473	5	2 363	39,4
Total	100	78 095	–	1 542	–	5 571	92,9
<b>ENCOMBRANTS</b>	–	–	–	Nombre de véhicules (u)	Temps manutention par camion (h)	–	Temps manutention total (h)
Camions ICD	–	–	–	2,5	6	–	15,0
Camions menuiserie ext.	–	–	–	2,5	4	–	10,0
Camion plomberie	–	–	–	1,0	6	–	6,0
Total	–	–	–	6,0	–	–	31,0

TOTAL:

124 heures

## ANNEXE 3c : « ORGANISATION N° 2 : PLATEFORMES DE TRANSPORT EXTÉRIEURES » – (Tous mouvements par manutention manuelle assistée)

PETITS VOLUMES	Répartition du nombre de colis par tranche de poids (%)	Répartition du poids (kg)	Poids moyen (kg)	Nombre de voyages (u)	Temps de manutention moyen, y compris reprises et temps de récupération (min)	Temps total (min)	Temps total (h)
Approvisionnement joaillier Outillage et consommables	27	21 390	20	1 070	3	3 209	53,5
Approvisionnement général tous matériaux et fournitures	73	56 705	200	284	7	1 985	33,1
Total	100	78 095	–	1 353	–	5 193	86,6
<b>ENCOMBRANTS</b>	–	–	–	Nombre de véhicules (u)	Temps manutention par camion (h)	–	Temps manutention total (h)
Camions ICD	–	–	–	2,5	8	–	20,0
Camions menuiserie ext.	–	–	–	2,5	6	–	15,0
Camion plomberie	–	–	–	1,0	8	–	8,0
Total	–	–	–	6,0	–	–	43,0

TOTAL:

130 heures

Pour obtenir en prêt les audiovisuels et multimédias et pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cram ou CGSS.

## Services Prévention des Carsat et des Cram

### Carsat ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)  
14 rue Adolphe-Seyboth  
CS 10392  
67010 Strasbourg cedex  
tél. 03 88 14 33 00  
fax 03 88 23 54 13  
prevention.documentation@carsat-am.fr  
www.carsat-alsacemoselle.fr

(57 Moselle)  
3 place du Roi-George  
BP 31062  
57036 Metz cedex 1  
tél. 03 87 66 86 22  
fax 03 87 55 98 65  
www.carsat-alsacemoselle.fr

(68 Haut-Rhin)  
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny  
BP 70488  
68018 Colmar cedex  
tél. 03 69 45 10 12  
www.carsat-alsacemoselle.fr

### Carsat AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,  
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,  
64 Pyrénées-Atlantiques)  
80 avenue de la Jallère  
33053 Bordeaux cedex  
tél. 05 56 11 64 36  
fax 05 57 57 70 04  
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr  
www.carsat.aquitaine.fr

### Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal,  
43 Haute-Loire,  
63 Puy-de-Dôme)  
Espace Entreprises  
Clermont République  
63036 Clermont-Ferrand cedex 9  
tél. 04 73 42 70 76  
offredoc@carsat-auvergne.fr  
www.carsat-auvergne.fr

### Carsat BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,  
39 Jura, 58 Nièvre,  
70 Haute-Saône,  
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,  
90 Territoire de Belfort)  
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie  
21044 Dijon cedex  
tél. 03 80 70 51 32  
fax 03 80 70 52 89  
prevention@carsat-bfc.fr  
www.carsat-bfc.fr

### Carsat BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,  
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)  
236 rue de Châteaugiron  
35030 Rennes cedex  
tél. 02 99 26 74 63  
fax 02 99 26 70 48  
drpcdi@carsat-bretagne.fr  
www.carsat-bretagne.fr

### Carsat CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,  
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)  
36 rue Xaintraillies  
45033 Orléans cedex 1  
tél. 02 38 81 50 00  
fax 02 38 79 70 29  
prev@carsat-centre.fr  
www.carsat-centre.fr

### Carsat CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,  
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,  
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)  
37 avenue du président René-Coty  
87048 Limoges cedex  
tél. 05 55 45 39 04  
fax 05 55 45 71 45  
cirp@carsat-centreouest.fr  
www.carsat-centreouest.fr

### Cram ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,  
78 Yvelines, 91 Essonne,  
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,  
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)  
17-19 place de l'Argonne  
75019 Paris  
tél. 01 40 05 32 64  
fax 01 40 05 38 84  
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr  
www.cramif.fr

### Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,  
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)  
29 cours Gambetta  
34068 Montpellier cedex 2  
tél. 04 67 12 95 55  
fax 04 67 12 95 56  
prevdoc@carsat-lr.fr  
www.carsat-lr.fr

### Carsat MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,  
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,  
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)  
2 rue Georges-Vivent  
31065 Toulouse cedex 9  
fax 05 62 14 88 24  
doc.prev@carsat-mp.fr  
www.carsat-mp.fr

### Carsat NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,  
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,  
55 Meuse, 88 Vosges)  
81 à 85 rue de Metz  
54073 Nancy cedex  
tél. 03 83 34 49 02  
fax 03 83 34 48 70  
documentation.prevention@carsat-norddest.fr  
www.carsat-norddest.fr

### Carsat NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,  
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)  
11 allée Vauban  
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex  
tél. 03 20 05 60 28  
fax 03 20 05 79 30  
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr  
www.carsat-nordpicardie.fr

### Carsat NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,  
61 Orne, 76 Seine-Maritime)  
Avenue du Grand-Cours, 2022 X  
76028 Rouen cedex  
tél. 02 35 03 58 22  
fax 02 35 03 60 76  
prevention@carsat-normandie.fr  
www.carsat-normandie.fr

### Carsat PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,  
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)  
2 place de Bretagne  
44932 Nantes cedex 9  
tél. 02 51 72 84 08  
fax 02 51 82 31 62  
documentation.rp@carsat-pl.fr  
www.carsat-pl.fr

### Carsat RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,  
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,  
74 Haute-Savoie)  
26 rue d'Aubigny  
69436 Lyon cedex 3  
tél. 04 72 91 96 96  
fax 04 72 91 97 09  
preventionrp@carsat-ra.fr  
www.carsat-ra.fr

### Carsat SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,  
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,  
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,  
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)  
35 rue George  
13386 Marseille cedex 5  
tél. 04 91 85 85 36  
fax 04 91 85 75 66  
documentation.prevention@carsat-sudest.fr  
www.carsat-sudest.fr

## Services Prévention des CGSS

### CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre  
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13  
lina.palmonet@cgss-guadeloupe.fr

### CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, Route de Raban,  
BP 7015, 97307 Cayenne cedex  
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01  
prevention-rp@cgss-guyane.fr

### CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9  
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01  
prevention@cgss-reunion.fr

### CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2  
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 51 32 – fax 05 96 51 81 54  
prevention972@cgss-martinique.fr  
www.cgss-martinique.fr

Cette brochure est destinée aux différents acteurs d'un projet de construction, notamment aux maîtres d'œuvre, aux coordonnateurs SPS et aux maîtres d'ouvrage.

Ces différents acteurs ont pour obligation de prendre en compte la sécurité et la protection de la santé des travailleurs lors de la conception et de la réalisation des ouvrages. Mais on constate que les aspects économiques des conditions de travail sont généralement peu pris en compte par les donneurs d'ordre, et, lorsqu'ils sont abordés, c'est souvent à travers des idées reçues : l'amélioration des conditions de travail coûterait cher et ses retombées seraient difficilement chiffrables.

Cet ouvrage vise à montrer qu'au contraire la mise en œuvre d'une organisation logistique contribue à prévenir les accidents du travail et les pathologies liées aux manutentions manuelles tout en améliorant le bilan économique d'une opération.



Institut national de recherche et de sécurité  
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles  
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00  
[www.inrs.fr](http://www.inrs.fr) • e-mail: [info@inrs.fr](mailto:info@inrs.fr)

**Édition INRS ED 6186**

1<sup>re</sup> édition • décembre 2014 • 4 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2157-4