

# NF X35-109

Décembre 2009

[www.afnor.org](http://www.afnor.org)

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.



**DOCUMENT PROTÉGÉ  
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans accord formel.

Contacteur :  
AFNOR – Norm'Info  
11, rue Francis de Pressensé  
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex  
Tél : 01 41 62 76 44  
Fax : 01 49 17 92 02  
E-mail : [norminfo@afnor.org](mailto:norminfo@afnor.org)

**afnor**

Boutique AFNOR

Pour : SSTL - SCE SANTE AU TRAVAIL DES LANDES

Client 51048235

Commande N-20100202-387302-TA

le 2/2/2010 11:11

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher



# norme française

**NF X 35-109**

Décembre 2009

Indice de classement : X 35-109

ICS : 13.180

Ergonomie

## Manutention manuelle de charge pour soulever, déplacer et pousser/tirer

**Méthodologie d'analyse et valeurs seuils**

E : Ergonomics — Manual load handling for lifting, moving and pushing/pulling — Analysis methodology and threshold values

D : Ergonomie — Manuelle Lastbeförderung zum Heben, Versetzen und Schieben/Ziehen — Analysenmethodik und Schwellenwerte

### **Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 4 novembre 2009 pour prendre effet le 4 décembre 2009.

Remplace la norme expérimentale X 35-109, d'avril 1989.

### **Correspondance**

À la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux de normalisation internationaux ou européens traitant du même sujet.

### **Analyse**

Le présent document permet d'analyser les déplacements de charges sous différentes formes (lever, transporter, pousser/tirer, avec déplacement de la charge) dans tous les secteurs d'activité. Il est un support à l'évaluation des risques professionnels pour des populations chargées des activités de manutention manuelle, avec ou sans utilisation d'aide à la manutention. Il s'appuie sur les normes européennes et internationales, en cohérence avec les Directives européennes.

### **Descripteurs**

**Thésaurus International Technique** : ergonomie, prévention des accidents, homme, femme, manutention de matériau, charge, limite, spécification, définition.

### **Modifications**

Par rapport au document remplacé, révision de la norme.

### **Corrections**



---

# Ergonomie

# AFNOR X35A

---

## Membres de la commission de normalisation

Président : M CHOLAT

Secrétariat : MME SAILLET — AFNOR

M	AKAKPO	CFE CGC
M	ALVES	ERGORYTHME
M	ARABI	PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
M	BARETTE	ERGOS CONCEPT
MR	BARRERE	SERVICE ELUXEMBOURG
M	BARTHELAT	FCBA
M	BEZOS	UNION DE NORMALISATION DE LA MÉCANIQUE
MME	CHAILLOUX	LNE
M	CHOLAT	EDF GDF — SCAST
M	DECOURCELLE	ERGOS CONCEPT
MME	DUBOIS	OPPBTP
MME	DUSSAUGEY	CISMA
M	DUVAL	AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE
M	FADIER	INRS
M	FROMENT	DIRECTION GÉNÉRALE DU TRAVAIL
MME	GINESTY	DIRECTION GÉNÉRALE DU TRAVAIL
M	GRANDJACQUES	ANACT
M	HABILLE	LA POSTE
M	HAMONIC	INST MEDECINE TRAVAIL ERGONOMIE
M	KAPITANIAK	FACULTE DE MEDECINE PITIE SALPETRIERE
MLLE	KLOK	YUSEO
MME	LE FRIOUS	DIRECTION GÉNÉRALE DU TRAVAIL
MME	LEBRET	DIRECTION GÉNÉRALE DU TRAVAIL
M	LEGROS	LAUTM
M	MEYER	INRS
M	OJALVO	EDF R& D
M	PAROUBEK	LIMSI
M	POMIAN	INRS
M	PORTERO	UNIVERSITE PARIS XII VAL DE MARNE
M	REGNAUD	PHILIPPE REGNAUD ERGONOME
M	REYDELLET	ERGO CONSEIL ET AMENAGEMENT
MME	RIQUIER	BNP PARIBAS
M	SCAPIN	INRIA
MME	TASSAIN	LA POSTE
M	TAYSSIER	EDF GDF — SCAST
M	TODESCHINI	DGA DET ETAS
MME	TURPIN-LEGENDRE	INRS
M	VALLETTE	FCBA
M	ZANA	INRS

## Sommaire

	Page
<b>Avant-propos</b> .....	4
<b>Introduction</b> .....	4
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	4
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	5
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	5
<b>4</b> <b>Conditions d'application</b> .....	6
<b>4.1</b> Conditions de référence pour la manutention manuelle .....	6
<b>4.2</b> Facteurs de contrainte .....	6
<b>5</b> <b>Évaluation de la manutention manuelle par une personne</b> .....	7
<b>5.1</b> Principes généraux de l'évaluation de la manutention manuelle .....	7
<b>5.2</b> Transport manuel de charges .....	8
<b>5.3</b> Pousser/Tirer .....	9
<b>5.4</b> Valeurs des coefficients de correction (CC) pour la manutention manuelle .....	10
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Estimation de forces de pousser/tirer selon la masse déplacée, résultats obtenus à partir de mesures réelles</b> .....	11
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Exemples d'application</b> .....	13
<b>B.1</b> Exemple d'application en préparation de commande (palettisation et la dépalettisation) .....	13
<b>B.2</b> Exemple d'application en secteur industriel .....	14
<b>B.3</b> Exemple d'application pour l'alimentation d'une machine de tri d'enveloppes .....	15
<b>Bibliographie</b> .....	17

## **Avant-propos**

*Les recommandations formulées dans cette norme visent l'organisation des manutentions manuelles.*

*Le présent document remplace la norme expérimentale X 35-109 créée en 1989.*

*Il a été élaboré en se référant aux normes série EN 1005 et série ISO 11228 et vient à l'appui des exigences essentielles des directives européennes et de leur transposition dans la réglementation française.*

*Il a pour objectif de rendre plus accessible et compréhensible les normes EN et ISO relatives à la manutention de charge et d'en faciliter l'utilisation sans se substituer à elles.*

*Il est pris en compte dans le cadre de l'obligation de l'évaluation des risques professionnels liés à la manutention manuelle. Il vise à prévenir les risques pour la santé et la sécurité.*

## **Introduction**

La présente norme fait appel aux principes ergonomiques et à la manière de les appliquer pour la conception et l'amélioration des situations de travail. Ces principes se fondent sur les prescriptions biomécaniques, physiologiques et psychophysiques relatives au fonctionnement humain dans la manutention manuelle de charge en référence aux normes européennes et internationales.

Elle permet d'analyser les déplacements de charges sous différentes formes dans tous les secteurs d'activité. Elle est un support à l'évaluation des risques pour des populations chargées des activités de manutention du fait des contraintes immédiates (accident du travail) et à long terme (maladie professionnelle) que ces tâches imposent.

En cohérence avec les Directives européennes, la présente norme ne fait pas de distinction de genre (homme/femme).

## **1 Domaine d'application**

La présente norme contribue à l'évaluation des risques professionnels liés à la manutention manuelle. Elle vise à prévenir les risques pour la santé et la sécurité.

Elle s'applique à l'activité de manutention de charges (lever, transporter, pousser/tirer, avec déplacement de la charge) dans un cadre professionnel, avec ou sans utilisation d'aide à la manutention, par une personne.

La norme concerne la population adulte (18 ans à 65 ans) sans restriction d'aptitude <sup>1)</sup>.

Elle spécifie les éléments de référence (distance, hauteur, profondeur, position corporelle, fréquence...) relatifs à des limites de manutention de charges.

Elle s'applique aux engins équipés de roues pour les forces de pousser/tirer.

La norme ne s'applique pas lorsque la manutention manuelle concerne une personne ou s'effectue en empruntant un escalier ou une pente.

Les manutentions répétitives de charges inférieures à 3 kg ne sont pas prises en compte dans cette norme. Pour ces conditions, il est recommandé de se référer à la norme NF EN 1005-5.

Dans tous les cas, y compris ceux qui ne relèvent pas du présent domaine d'application, il convient de se référer aux principes généraux de prévention définis dans le code du travail (article L4121-2).

---

1) Dans le cas de restriction d'aptitude, le médecin du travail est associé à la démarche pluridisciplinaire pour rechercher les meilleures conditions d'adaptation du poste (code du Travail R4541-11).

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NF EN 1005-1+A1:2008, *Sécurité des machines — Performance physique humaine — Partie 1 : Termes et définitions* (indice de classement : X 35-106-1).

NF EN 1005-2+A1:2008, *Sécurité des machines — Performance physique humaine — Partie 2 : Manutention manuelle de machines et d'éléments de machines* (indice de classement : X 35-106-2).

ISO 11228-1:2003, *Ergonomie — Manutention manuelle — Partie 1 : Manutention verticale et manutention horizontale*.

NF ISO 11228-2:2007, *Ergonomie — Manutention manuelle — Partie 2 : Actions de pousser et de tirer* (indice de classement : X 35-110-2).

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 3.1

#### **manutention manuelle**

toute activité nécessitant de recourir à la force humaine pour soulever, abaisser, transporter, déplacer ou retenir un objet de quelque façon que ce soit (NF EN 1005-1+A1)

### 3.2

#### **masse unitaire (kg)**

masse d'une charge manipulée

### 3.3

#### **valeurs seuils de référence**

valeurs qui définissent des zones de risques pour des conditions de manipulation optimales

### 3.4

#### **valeurs seuils de référence corrigées**

lorsque les conditions de manipulation ne sont pas optimales, les valeurs seuils de référence doivent être corrigées par un calcul tenant compte des conditions réelles observées. Les valeurs seuils de référence deviennent des valeurs seuils de référence corrigées

### 3.5

#### **masse cumulée ou tonnage (T)**

produit de la masse portée par la fréquence de la manutention (ISO 11228-1)

NOTE La masse cumulée est équivalente au tonnage c'est-à-dire la somme des masses transportées par unité de temps (minute, heure, 4 h, journée).

### 3.6

#### **force initiale ou d'arrêt (daN)**

force appliquée à un objet pour le mettre en mouvement ou pour l'arrêter (pousser/tirer) (adaptée de NF ISO 11228-2)

NOTE Dans des conditions habituelles de travail, la force d'arrêt est équivalente à la force initiale.

### 3.7

#### **force de maintien (daN)**

force appliquée pour maintenir un objet en mouvement (c'est-à-dire force requise pour maintenir l'objet à une vitesse plus ou moins constante) (NF ISO 11228-2)

## **4 Conditions d'application**

Les recommandations sont définies pour les conditions de référence. Elles déterminent les valeurs seuils de référence soit pour les masses unitaires, soit pour les tonnages, soit pour les forces, soit pour les forces en fonction de la fréquence des actions pour soulever, abaisser, déplacer, déposer, pousser ou tirer une charge.

Lorsque ces conditions de référence ne sont pas remplies, il convient d'appliquer des coefficients de correction proposés (voir Article 5).

### **4.1 Conditions de référence pour la manutention manuelle**

#### **4.1.1 Pour le transport de charge**

Les conditions de référence concernent le transport d'une charge à deux mains sur une distance de 2 m avec prise et dépose à hauteur avec hauteur de prise et dépose entre 0,75 m et 1,10 m, à une fréquence de 1 fois toutes les 5 min, le cycle complet comportant un retour à vide sur la même distance. Le port s'effectue dans une ambiance thermique neutre, sur sol dur, plat et non glissant, sans obstacle dans un espace de travail permettant une position libre du corps. Le sujet n'est soumis à aucune autre contrainte.

#### **4.1.2 Pour le pousser/tirer**

Les conditions de référence concernent les actions de pousser ou de tirer à deux mains un objet mobile pour déplacer une charge sur une distance de moins de 10 m avec une hauteur de poignées entre 0,75 m et 1,10 m, à une fréquence de 1 fois toutes les 5 min. Le pousser/tirer s'effectue dans une ambiance thermique neutre, sur un sol dur, plat et non glissant, sans obstacle, dans un espace de travail permettant une position libre du corps. Le sujet n'est soumis à aucune autre contrainte.

### **4.2 Facteurs de contrainte**

Il s'agit de conditions matérielles, physiques ou organisationnelles qui augmentent la contrainte et donnent lieu à un risque accru. La présence de ces conditions défavorables impose une analyse des déterminants de la situation de travail.

#### **4.2.1 Environnement de la tâche**

Sont considérés les facteurs suivants : ambiance thermique, vibrations, éclairage, bruit, port d'équipements de protection individuelle, obstacles sur le parcours, accessibilité, sol glissant, produits toxiques, poussières ...

#### **4.2.2 Organisation de la tâche**

Doivent être prises en compte les contraintes de temps, les marges de manœuvre, le contexte, les exigences qualité, les caractéristiques autres du travail (travail posté, travail isolé, horaires atypiques de travail, tâches non programmées, etc.)

#### **4.2.3 Caractéristiques de la charge**

Des difficultés supplémentaires de manutention peuvent naître de l'absence de prises, d'une prise asymétrique, de difficultés de préhension, du niveau de rigidité de la charge, de l'encombrement et du volume de la charge, d'une charge mobile, d'une charge avec carène liquide, d'une charge excentrique ...



## 5 Évaluation de la manutention manuelle par une personne

### 5.1 Principes généraux de l'évaluation de la manutention manuelle

#### 5.1.1 Classement de la manutention manuelle en 3 zones de risque

La Figure 1 ci-dessous présente les zones de risques délimitées par des valeurs maximales exprimées en masse (en kg) pour la manutention et en force pour le pousser/tirer (en daN).

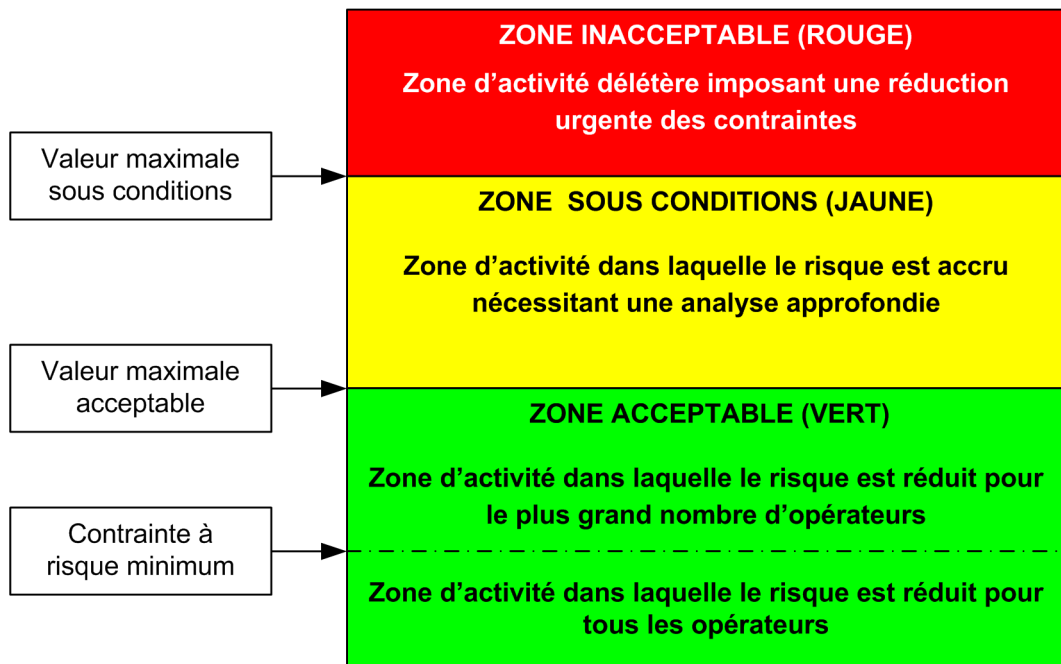


Figure 1 — Zones de risques définies en fonction des différentes valeurs seuils de référence

— La **zone acceptable** (vert) correspond à des activités de manutention qui tendent à protéger le plus grand nombre d'opérateurs.

La «**contrainte à risque minimum**» correspond à une activité de manutention qui tend à protéger tous les opérateurs. Dans la pratique de prévention il convient de se rapprocher du risque minimum.

— La **zone sous conditions** (jaune) correspond à des activités à risque, nécessitant des moyens particuliers de prévention, qui imposent une analyse approfondie de l'activité réelle de travail : outre les facteurs organisationnels et techniques, l'évaluation doit prendre en compte les facteurs individuels, tels que l'âge, l'entraînement à la tâche ....

— La **zone inacceptable** (rouge) correspond à des activités exceptionnelles considérées comme délétères qui imposent une réduction urgente des contraintes vers une valeur acceptable.

#### 5.1.2 Coefficients de correction

Dans la présente norme, les facteurs de contrainte sont regroupés en cinq familles : hauteur prise/dépose, distance de déplacement, autres conditions d'exécution de la tâche, conditions d'environnement de la tâche et conditions d'organisation de la tâche.

Des coefficients de correction (CC) sont établis pour chaque facteur de contrainte (voir 5.4). Ils permettent de passer des valeurs seuils proposées dans les conditions de référence du Tableau 1 à des conditions non optimales. Les valeurs seuils de référence deviennent des valeurs seuils de référence corrigées.

Les coefficients de correction sont multiplicatifs. Si plusieurs facteurs de contrainte sont à prendre en considération, on ne retiendra que les deux coefficients de correction les plus pénalisants. Il s'agit des valeurs des CC les plus faibles. Par exemple entre 0,4, 0,6 et 0,8, on choisit 0,4 et 0,6 (voir 5.4).

Les coefficients de correction s'appliquent — selon les zones de risques définies en 5.1.1 — aux valeurs seuils de référence concernant :

- soit les masses unitaires (Tableau 1) ;
- soit les tonnages cumulés par unité de temps (Tableau 2) ;
- soit les forces de pousser/tirer (Tableau 3) ;
- soit les forces de pousser/tirer en fonction de la fréquence des actions (Tableau 4).

La démarche de correction demande une analyse préalable de la tâche afin de connaître tous les CC à prendre en compte. La valeur seuil de référence corrigée est calculée selon la relation :

$$\text{Valeur seuil de référence corrigée} = \text{valeur seuil de référence} \times \text{CC1} \times \text{CC2}$$

## 5.2 Transport manuel de charges

### 5.2.1 Valeurs seuils de référence pour la masse unitaire

Il convient de déterminer les risques encourus lors des manutentions à partir des valeurs seuils de référence (Tableau 1 ci-dessous).

**Tableau 1 — Valeurs seuils de référence pour la masse unitaire selon les zones de risques définies en 5.1.1**

	Valeurs seuils de référence
Valeur maximale sous conditions	25 kg
Valeur maximale acceptable	15 kg
Contrainte à risque minimum	5 kg

À ces valeurs s'appliquent des coefficients de correction (voir 5.4).

### 5.2.2 Valeurs seuils de référence pour le tonnage

Le Tableau 2 ci-dessous présente les valeurs seuils de référence pour le tonnage selon les trois zones de risques définies en 5.1 dans des conditions de référence de manutention (4.1.1).

**Tableau 2 — Valeurs seuils de référence pour le tonnage transporté en fonction de la durée de manutention pour une distance inférieure ou égale à 2 m : plages de valeurs selon les zones de risques définies en 5.1.1**

Distance ≤ 2 m	Tonnage minute	Tonnage heure	Tonnage 2h <sup>a)</sup>	Tonnage 3h <sup>a)</sup>	Tonnage 4h <sup>a)</sup>	Tonnage 5h <sup>a)</sup>	Tonnage 6h <sup>a)</sup>	Tonnage 7h <sup>a)</sup>	Tonnage 8h <sup>a)</sup>
	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
Valeur maximale sous conditions	0,14	4	5,3	6,6	8	9	10	11	12
Valeur maximale acceptable	0,09	2,5	3,4	4,2	5	5,6	6,2	6,8	7,5
Contrainte à risque minimum	0,03	1	1,3	1,6	2	2,2	2,5	2,8	3

*a) Les tonnages intermédiaires sont des moyennes arithmétiques proposés pour faciliter les calculs (voir Annexe B).*

*Les chiffres sont donnés en tonne (T).*

À ces valeurs s'appliquent des coefficients de correction (voir 5.4).

### 5.3 Pousser/Tirer

L'action de pousser est à privilégier car ses contraintes biomécaniques (articulaires et musculaires...) et bioénergétiques (fréquence cardiaque, consommation d'oxygène...) sont inférieures à celles de tirer. Cependant ces différences de contrainte sont très faibles. Ainsi, dans cette norme, pour des raisons pratiques, ces deux actions sont confondues (voir Annexe A).

#### 5.3.1 Valeurs seuils de référence pour la force

Il convient de déterminer les risques encourus lors des manutentions à partir des valeurs seuils de référence ci-dessous (Tableau 3).

**Tableau 3 — Valeurs seuils de référence pour la force selon les zones de risques définies en 5.1.1**

	Valeurs seuils de référence	
	Force initiale	Force de maintien
Valeur maximale sous conditions	24 daN	15 daN
Valeur maximale acceptable	19 daN	9 daN
Contrainte à risque minimum	10 daN	6 daN

À ces valeurs s'appliquent des coefficients de correction (voir 5.4).

#### 5.3.2 Valeurs seuils de référence pour la force en fonction de la fréquence des actions

Le Tableau 4 ci-dessous présente les valeurs seuils de référence pour le pousser/tirer selon les trois zones de risques définies en 5.1 dans des conditions de référence de manutention (4.1.2).

Les valeurs seuils de référence du Tableau 4 ci-dessous s'appliquent pour des chariots et autres engins manuels prévus avec des équipements adaptés sur des sols en bon état et sans résistance particulière. Les correspondances entre la masse des chargements (kg) déplacés et les forces (daN) se trouvent dans l'Annexe A.

**Tableau 4 — Valeurs seuils de référence des forces en fonction de la fréquence des actions de pousser/tirer selon les zones de risques définies en 5.1.1**

Fréquence	Pousser/Tirer							
	Force en daN							
	2/min		1/min		1/5min		1/h	
	Force initiale	Force de maintien	Force initiale	Force de maintien	Force initiale	Force de maintien	Force initiale	Force de maintien
Valeur maximale sous conditions	15	9	20	12	24	15	27	17
Valeur maximale acceptable	12	6	16	8	19	9	21	10
Contrainte à risque minimum	6	4	8	5	10	6	11	7

En pratique, pour des fréquences intermédiaires, la force peut être calculée en utilisant la moyenne entre deux forces consécutives. L'approximation entraîne une erreur acceptable. Ainsi, pour une fréquence comprise entre 1/min et 1/5 min, la valeur maximale acceptable de la force initiale est toujours  $(16 + 19) / 2$ , soit 17,5 daN.

À ces valeurs s'appliquent des coefficients de correction (voir 5.4)

## 5.4 Valeurs des coefficients de correction (CC) pour la manutention manuelle

Les coefficients de correction (CC) s'appliquent aux valeurs seuils de référence selon les cinq familles de facteurs de contrainte suivantes :

### a) hauteur d'application de l'effort (prise/dépose et pousser/tirer) : CC

- conditions acceptables pour la position des mains 0,75-1,10 m 1 ;
- conditions sous contraintes comprises 0,40-0,75 m ou 1,10-1,40 m 0,8 ;
- conditions particulières < 0,40 m ou > 1,40 m <sup>2)</sup> 0,4.

### b) Distance de déplacement :

Transport manuel de charge	Pousser/Tirer	CC
≤ 2 m	< 10 m	1
de 2 m à 5 m	10-30 m	0,8
de 5 m à 10 m	30-60 m	0,6
> 10 m	> 60 m	0,2

### c) Autres conditions d'exécution de la tâche :

Les conditions considérées comme défavorables sont : contenant sans poignées ou poignées inadaptées (voir NF EN 1005-2+A1, paragraphe 4.3.2.1.4), torsion du tronc, profondeur de prise > 0,40 m (localisation horizontale), hors zone d'atteinte, une ou plusieurs contraintes concernant la posture/position du corps, charge instable, visibilité limitée du fait de la charge, roulettes pivotantes inadaptées/inadéquates pour le pousser/tirer, absence de freins.

- CC**
- aucun facteur défavorable 1 ;
- un facteur défavorable 0,8 ;
- plusieurs facteurs défavorables 0,7.

### d) Conditions d'environnement de la tâche :

Les conditions considérées comme défavorables sont : contraintes thermiques, acoustiques, lumineuses, vibrations, poussières, sols dégradés, encombrement, obstacles, espaces inadéquats pour manœuvrer, état du chariot.

- CC**
- aucun facteur défavorable 1 ;
- un facteur défavorable 0,8 ;
- plusieurs facteurs défavorables 0,7.

### e) Conditions d'organisation de la tâche :

Les conditions considérées comme défavorables sont notamment : contraintes de temps, marge de manœuvre réduite, multiplicité des tâches, exigences qualité :

- CC**
- aucun facteur défavorable 1 ;
- un ou plusieurs facteurs défavorables 0,9.

NOTE Dans le cas d'une tâche de manutention à une seule main, la charge unitaire doit être multipliée par 0,6 (NF EN 1005-2+A1) indépendamment de l'application des deux coefficients de correction les plus pénalisants.

2) Les efforts (prise/dépose et pousser/tirer) au-dessus de 1,75 m sont dans la zone inacceptable (NF EN 1005-2+A1).

## Annexe A

(informative)

### Estimation de forces de pousser/tirer selon la masse déplacée, résultats obtenus à partir de mesures réelles

Les forces de pousser/tirer sont complexes à mesurer. Pour être précise leur mesure demande du matériel et un savoir faire spécifiques. Afin de permettre d'évaluer les forces initiale et de maintien des résultats de mesures sont donnés pour 3 familles d'engins : lits, transpalette manuelle et autre matériel roulant non motorisé à 4 roues. Les données chiffrées des Tableaux A.1, A.2 et A.3 ci-dessous proviennent de mesures multiples en situations de laboratoire et de terrain, valeurs obtenues avec des lits, des transpalettes et des chariots variés ayant des roues adaptées et entretenues.

Un tableau spécifique est consacré aux lits (A.1) et un autre aux transpalettes (A.2) car ce sont des mobiles particuliers. Le lit est un élément long. À charge égale, les forces de poussée sur un lit sont sensiblement plus importantes que pour d'autres engins à 4 roues. À l'inverse, pour un transpalette, à charge égale les forces de tirer sont inférieures à celles nécessaires pour déplacer d'autres engins à 4 roues.

Les données du Tableau A.3 permettent d'estimer des forces de pousser/tirer à partir du poids total d'un engin. Cette estimation est applicable à un spectre assez large de mobiles à 4 roues tels que : bacs poubelle, chariots hospitaliers (stériles ou alimentaires) ou bases roulantes industrielles. Dans tous ces cas, l'erreur de l'estimation est inférieure à 15 %.

Néanmoins, ces estimations ne sont réalistes que si elles sont faites si les sols sont plats, lisses et propres et les mobiles bien entretenus. Pour s'adapter au poids réel du mobile, les 3 tableaux permettent d'interpoler entre 2 valeurs de charge/poids pour déterminer des valeurs de force. Par exemple, un chariot d'hôpital pesant 400 kg (2/3 de 300 kg à 550 kg) demande une force initiale de 28,6 daN et une force de maintien de 12,6 daN (valeurs situées aux 2/3 des valeurs correspondant à des poids de chariot de 300 kg et 550 kg du Tableau A.3).

**Tableau A.1 — Forces (daN) initiales et de maintien pour un lit d'hôpital simple pesant 50 kg à vide avec des patients (charge) pesant 50 kg, 100 kg et 150 kg**

Charge totale (lit + patient)	Force initiale	Force de maintien
kg	daN	daN
100	22	9
150	24	10
200	26	12

**Tableau A.2 — Forces (en daN) de tirer initiale et de maintien pour déplacer un transpalette manuel avec des charges de 300 kg, 500 kg, 700 kg et 900 kg**

Charge	Force initiale	Force de maintien
kg	daN	daN
300	18	7
500	24	10
700	30	13
900	38	17

**Tableau A.3 — Forces (en daN) initiales et de maintien pour pousser ou tirer un chariot à 4 roues en bon état sur un sol propre et lisse**

Les forces sont données en fonction du poids total du chariot (contenant + contenu)

<b>Charge</b>	<b>Force initiale</b>	<b>Force de maintien</b>
kg	daN	daN
100	11	5
200	16	7
300	22	10
550	32	14
800	39	19

## Annexe B

### (informative)

### Exemples d'application

#### B.1 Exemple d'application en préparation de commande (palettisation et la dépalettisation)

La manutention manuelle lors de la préparation de commandes consiste en la prise et la dépose de colis sur des palettes. Il n'est plus rare pour optimiser les coûts de transport de voir dans les entrepôts des opérateurs manutentionner des colis de plus en plus haut sur les palettes. Ces manutentions sont d'autant plus contraignantes qu'elles sont répétées tout au long d'une journée de travail.

L'objectif de l'exemple est de donner un moyen simple d'évaluer les risques pour convaincre les gestionnaires de la nécessité de ne pas dépasser les limites physiques acceptables et sur cette base de mettre en œuvre des principes de prévention.

Il est demandé à un opérateur de prendre sur une palette des colis dont la masse unitaire est de :  $m = 15$  kg.

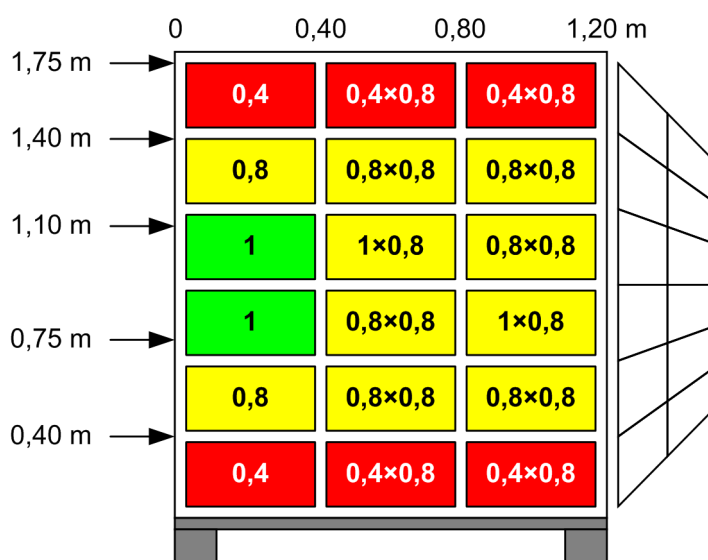
Chaque colis mesure  $0,40 \times 0,40 \times 0,30$  m (L  $\times$  l  $\times$  h). Ils sont disposés en 6 couches de 6 colis, soit au total 36 colis.

Dans l'exemple considéré, le préparateur est confronté uniquement aux hauteurs et profondeurs de prises. Les autres conditions d'environnement et d'organisation de la tâche ne sont pas pris en compte.

Le poids total «théorique» de la palette est :

$$P = 15 \times 36 = 540 \text{ kg}$$

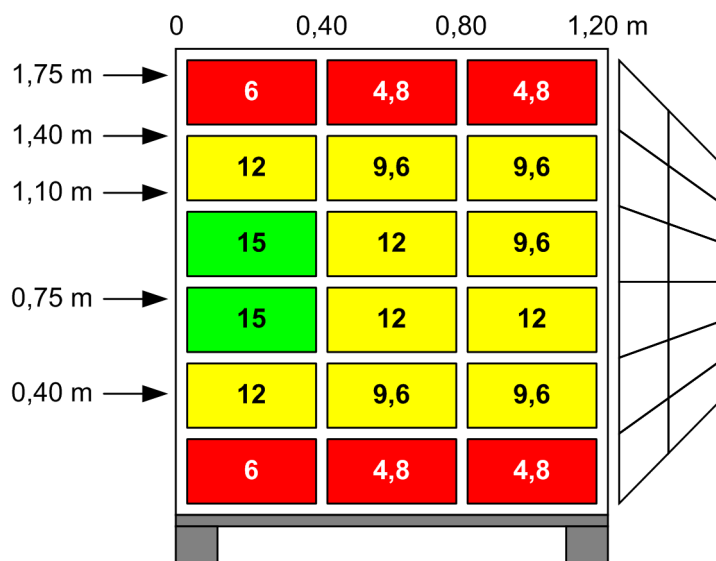
La Figure B.1 ci-dessous présente les coefficients de correction selon les risques liés à la manutention de colis sur des palettes (voir 5.4).



**Figure B.1 — Tableau des différents coefficients de correction en fonction de la hauteur et de la profondeur de prises ou de déposes**

#### Dépalettisation :

Si l'on considère la valeur seuil de référence de 15 kg (valeur maximale acceptable) qui délimite la zone dans laquelle le risque est réduit pour le plus grand nombre d'opérateurs, la valeur seuil de référence corrigée pour le poids de la palette en tenant compte des coefficients de correction est de 326,4 kg.



**Figure B.2 — Valeur seuil de référence corrigée de chaque colis en fonction de sa position sur la palette**

Le calcul impose de modifier la situation de travail et de réduire les zones de contraintes en abaissant les hauteurs de palettes, en relevant les palettes pour diminuer les prises et déposes au sol, en favorisant l'accès aux colis les plus éloignés. L'évaluation de la situation de travail doit permettre de trouver les adaptations nécessaires.

## B.2 Exemple d'application en secteur industriel

Dans une industrie, l'opérateur (genre et âge non définis) soulève une pièce en sortie de la machine et la positionne dans un conteneur d'expédition, à une fréquence de 2 fois/min, pendant 7 h/j.

Les conditions de l'activité sont les suivantes :

- la pièce pèse 20 kg ;
- la distance entre la machine et le conteneur est de 10 m ;
- la pièce est prise par l'opérateur à une hauteur de 1,10 m ;
- la pièce est déposée à une hauteur de 0,45 m ;
- la profondeur de dépose est de 0,60 m ;
- l'opérateur travaille dans un milieu bruyant (87dB).

### B.2.1 Calcul de la valeur seuil de référence corrigée pour la masse unitaire

L'observation sur le terrain permet de mettre en évidence les situations défavorables.

Les coefficients de correction suivants sont retenus :

	<b>CC</b>
— distance de déplacement = 10 m	0,6 ;
— hauteur d'application de l'effort (Hauteur dépose 0,40-0,75 m)	0,8 ;
— conditions d'environnement de la tâche (ambiance bruyante)	0,8 ;
— autres conditions d'exécution de la tâche (Profondeur de prise > 0,40 m)	0,8.



Dans cet exemple, les deux coefficients de correction (CC) les plus pénalisants (0,6 et 0,8) permettent de calculer la valeur seuil de référence corrigée :

Rappel des valeurs de la norme	Valeurs seuils de référence	Valeurs seuils de référence corrigées avec 2 CC (X 0,6 X 0,8)
Valeur max sous conditions	25 kg	12
Valeur max acceptable	15 kg	7,2
Contrainte à risque minimum	5 kg	2,4

Une action ciblée sur la masse unitaire (20 kg) est prioritaire dans la mesure où elle se situe en dessus de la valeur seuil de référence corrigée maximale sous conditions de 12 kg (zone rouge de la Figure 1) avec les deux coefficients les plus pénalisants.

### B.2.2 Calcul de la valeur seuil de référence corrigée pour le tonnage

Dans le cas où il n'est pas possible de diminuer la masse unitaire, il faut appliquer les coefficients de correction au tonnage journalier.

Rappel des valeurs de la norme	Valeurs seuils de référence pour 7 h	Valeurs seuils de référence corrigées avec 2 CC (x 0,6 x 0,8)
Valeur max sous conditions	11	5,28 T
Valeur max acceptable	6,8	3,26 T
Contrainte à risque minimum	2,8	1,34 T

Le tonnage journalier pour cette activité est :  $20 \text{ kg} \times 2 \times 60 \text{ min} \times 7 = 16\,800 \text{ kg/j}$  soit 16,8 T.

Le tonnage réellement manipulé (16,8 T pour 7 h) se trouve au dessus de la valeur maximale sous conditions (zone rouge de la Figure 1) et impose la mise en œuvre de moyens de prévention concernant notamment la durée d'exposition au risque.

### B.3 Exemple d'application pour l'alimentation d'une machine de tri d'enveloppes

Un opérateur alimente une machine de tri d'enveloppes sur une période de 3 h : poids unitaire moyen du produit 7 kg, soit un poids total manipulé de 4 tonnes sur 3 h.

Ces produits doivent être traités le plus tôt possible, pour être à disposition d'une équipe d'opérateurs en aval.

#### La charge et les conditions de manutention sont-elles acceptables ?

Choix des coefficients de correction (CC) :

- hauteur d'application de l'effort (prise/dépose) : CC = 0,8 ;
- distance de déplacement : CC = 0,8 ;
- contraintes d'organisation de la tâche (contrainte de temps) : CC = 0,9 ;
- autres conditions d'exécution de la tâche : CC = 1 ;
- conditions d'environnement de la tâche : CC = 1.

**Tableau B.1 — Valeurs seuils de référence corrigées pour la masse unitaire manipulée**

Rappel des valeurs de la norme	Valeurs seuils de référence	Valeurs seuils de référence corrigées avec 2 CC (X 0,8 X 0,8)
Valeur max sous conditions	25 kg	16
Valeur max acceptable	15 kg	9,6
Contrainte à risque minimum	5 kg	3,2

Une action ciblée sur la masse unitaire (7 kg) n'est pas prioritaire dans la mesure où elle se situe en dessous de la valeur seuil de référence corrigée acceptable de 9,6 kg (zone verte de la Figure 1) avec les deux coefficients les plus pénalisants.

Pour poursuivre l'évaluation des risques liés à l'activité, il convient de s'assurer que le tonnage manipulé se situe dans la zone acceptable.

**Tableau B.2 — Valeurs seuils de référence corrigées pour le tonnage manipulé**

Rappel des valeurs de la norme	Valeurs seuils de référence pour 3 h	Valeurs seuils de référence corrigées avec 2 CC (x 0,8 x 0,8)
Valeur max sous conditions	6,6	4,22 T
Valeur max acceptable	4,2	2,68 T
Contrainte à risque minimum	1,6	1,02 T

Le tonnage manipulé réellement (4 tonnes pour 3 h) se trouve au dessous de la valeur maximale sous conditions (zone orange de la Figure 1) mais nécessite la mise en œuvre de moyens de prévention concernant la hauteur d'application de l'effort (prise/dépose) et la distance de déplacement.

## Bibliographie

- [1] Directive européenne n°2006/42/CE sur la sécurité des machines.
- [2] Directive n°90/269/CEE du 29 mai 1990 «manutention manuelle de charges» en continuité de la Directive cadre du 12 juin 1989 sur le principe préalable de l'évaluation des risques.
- [3] Articles L.4121-1 à L.4122-2 et L.4141-1 à L.4143-1 du code du travail.
- [4] Articles R.4541-1 à R.4541-11 du code du travail.
- [5] Arrêté du 29 janvier 1993 relatif aux éléments de référence et aux autres facteurs de risque à prendre en compte pour l'évaluation préalable des risques et l'organisation des postes de travail lors des manutentions manuelles de charges comportant des risques.
- [6] Arrêté du 15 juin 1993 déterminant les recommandations à observer par les médecins.
- [7] NF EN 1005-3+A1:2008, *Sécurité des machines — Performance physique humaine — Partie 3 : Limites des forces recommandées pour l'utilisation de machines* (indice de classement : X 35-106-3).
- [8] NF EN 1005-4+A1:2008, *Sécurité des machines — Performance physique humaine — Partie 4 : Évaluation des postures et mouvements lors du travail en relation avec les machines* (indice de classement : X 35-106-4).
- [9] NF EN 1005-5:2007, *Sécurité des machines — Performance physique humaine — Partie 5 : Appréciation du risque relatif à la manipulation répétitive à fréquence élevée* (indice de classement : X 35-106-5).
- [10] NF ISO 11228-3:2007, *Ergonomie — Manutention manuelle — Partie 3 : Manipulation de charges faibles à fréquence de répétition élevée* (indice de classement : X 35-110-3).
- [11] NF EN ISO 14738, *Sécurité des machines — Prescriptions anthropométriques relatives à la conception des postes de travail sur les machines* (indice de classement : X 35-104).
- [12] NF EN 1757-1: 2001, *Sécurité des chariots de manutention — Chariots manuels — Partie 1 : Gerbeurs* (indice de classement : H 96-335-1).
- [13] NF EN ISO 14122-1, *Sécurité des machines — Moyens d'accès permanents aux machines — Partie 1 : Choix d'un moyen d'accès fixe entre deux niveaux* (indice de classement : E 85-001).