

NF X35-109

OCTOBRE 2011

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients STANDARDS WEBPORT. 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 STANDARDS WEBPORT (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (harcopy or 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.

Contacter :
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

afnor

WEBPORT

Pour : FAURECIA

le : 11/09/2015 à 11:10

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher

norme française

NF X 35-109

Octobre 2011

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 21 septembre 2011 pour prendre effet
le 21 octobre 2011.

Remplace la norme homologuée NF X 35-109, de décembre 2009.

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, les Articles 1, 2 et 3, le paragraphe 5.3,
les Annexes A et B et la Bibliographie ont été modifiés.

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
M	BARTHELAT	FCBA
M	BEZOS	UNION DE NORMALISATION DE LA MÉCANIQUE
MME	CHAILLOUX	LNE
M	CHOLAT	EDF DG2S SCAST
M	DECOURCELLE	ERGOS CONCEPT
MME	DUBOIS	OPPBTP
MME	DUSSAUGEY	CISMA
M	DUVAL	AFE — CIE FRANCE / COMITE SCIENTIFIQUE
M	FADIER	INRS
MME	FORESTIER	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	MOLLARD	UNIVERSITE PARIS V RENE DESCARTES
M	OJALVO	EDF R&D
M	OTTAVIANI	ORANGE FRANCE
M	PAROUBEK	CNRS — 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 DG2S SCAST
M	TODESCHINI	DGA DET ETAS
MME	TURPIN-LEGENDRE	INRS
M	VALLETTE	FCBA
M	YI	ERGONOMA
M	ZANA	INRS

Sommaire

	Page
Avant-propos	4
Introduction	4
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	5
3 Termes et définitions	5
4 Conditions d'application	6
4.1 Conditions de référence pour la manutention manuelle	6
4.2 Facteurs de contrainte	6
5 Évaluation de la manutention manuelle par une personne	7
5.1 Principes généraux de l'évaluation de la manutention manuelle	7
5.2 Transport manuel de charges	8
5.3 Pousser/Tirer	9
5.4 Valeurs des coefficients de correction (CC) pour la manutention manuelle	10
Annexe A (informative) Estimation de forces de pousser/tirer selon la masse déplacée, résultats obtenus à partir de mesures réelles	12
Annexe B (informative) Exemples d'application	14
B.1 Exemple d'application en préparation de commande (palettisation et la dépalettisation)	14
B.2 Exemple d'application en secteur industriel	15
B.3 Exemple d'application pour l'alimentation d'une machine de tri d'enveloppes	16
Bibliographie	18

Avant-propos

Les recommandations formulées dans ce document 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

Le présent document 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.

Il permet d'analyser les déplacements de charges sous différentes formes dans tous les secteurs d'activité. Il 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, le présent document ne fait pas de distinction de genre (homme/femme).

1 Domaine d'application

Le présent document contribue à l'évaluation des risques professionnels liés à la manutention manuelle. Il vise à prévenir les risques pour la santé et la sécurité.

Il 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.

Le document concerne la population adulte (18 ans à 65 ans) sans restriction d'aptitude ¹⁾.

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

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

Le document ne s'applique pas lorsque la manutention manuelle 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 ce document. 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 L.4121-2).

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

NF EN 1005-5, *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).

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

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

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

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 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, etc.

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, etc.

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 trois 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).

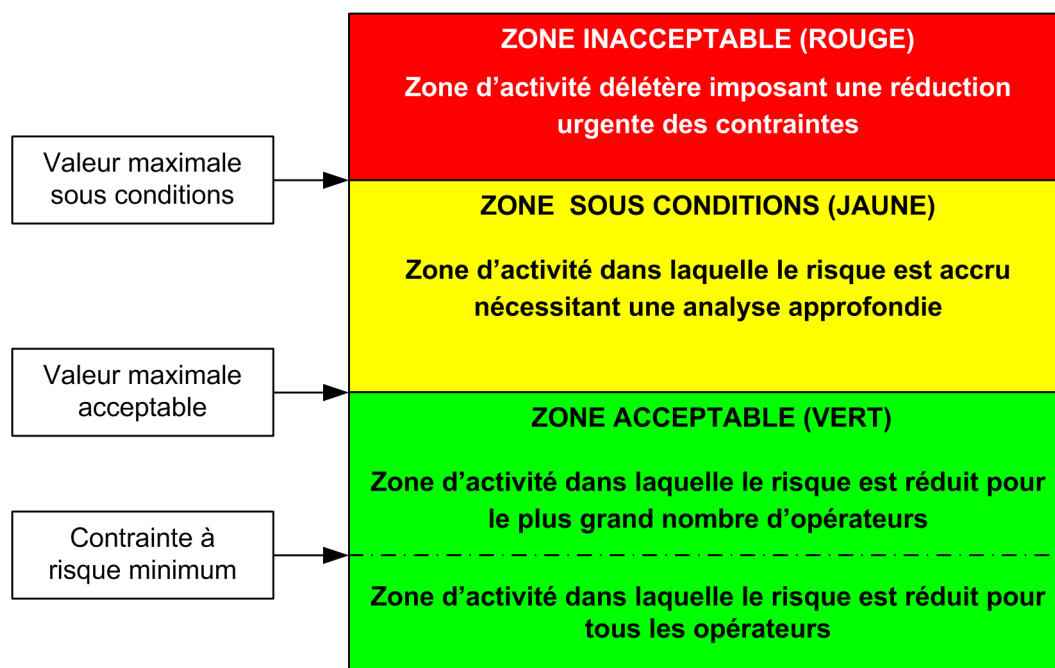


Figure 1 — Zones de risques définies en fonction des différentes valeurs seuils de référence

— 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, etc.

— 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 le présent document, 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 kg
Valeur maximale sous conditions	25
Valeur maximale acceptable	15
Contrainte à risque minimum	5

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 (T)	Tonnage heure (T)	Tonnage 2 h ^{a)} (T)	Tonnage 3 h ^{a)} (T)	Tonnage 4 h ^{a)} (T)	Tonnage 5 h ^{a)} (T)	Tonnage 6 h ^{a)} (T)	Tonnage 7 h ^{a)} (T)	Tonnage 8 h ^{a)} (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, etc.) et bioénergétiques (fréquence cardiaque, consommation d'oxygène, etc.) sont inférieures à celles de tirer. Cependant ces différences de contrainte sont très faibles. Ainsi, dans ce document, 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 daN	Force de maintien daN
Valeur maximale sous conditions	24	15
Valeur maximale acceptable	19	9
Contrainte à risque minimum	10	6

Les valeurs du Tableau 3 correspondent à une fréquence de référence d'une fois par 5 min.

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.

La fréquence de référence étant d'une fois par 5 min, les forces appliquées à des fréquences supérieures à cette fréquence exigent des forces inférieures aux références du Tableau 3.

À l'inverse, ces forces de pousser/tirer peuvent être supérieures aux forces de référence. Dans le Tableau 4, il s'agit de la fréquence une fois par heure.

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 ²⁾ 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. |

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

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.

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 trois 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 lorsque les sols sont plats, lisses et propres et lorsque les mobiles sont bien entretenus. Pour s'adapter au poids réel du mobile, les trois tableaux permettent d'interpoler entre deux valeurs de charge/poids pour déterminer des valeurs de force.

Pour des valeurs intermédiaires à celles données dans les Tableaux A.1, A.2 et A.3, des règles de proportionnalité sont appliquées.

Par exemple, pour un chariot pesant au total 130 kg, le coefficient de proportionnalité s'obtient en divisant la différence entre le poids du chariot et la valeur inférieure ($130 - 100 = 30$ kg) par la différence entre les deux valeurs encadrant le poids du chariot ($200 - 100 = 100$ kg). Le coefficient de proportionnalité dans ce cas présent est de 0,3. Ainsi, les forces initiales et de maintien sont obtenus comme suit : $F_i = 11 + (0,3 (16-11)) = 12,5$ et $F_m = 5 + (0,3 (7-5)) = 5,6$.

De même, pour un chariot pesant 400 kg le coefficient de proportionnalité est de $0,4 [(400 - 300) / (550 - 300)]$. Ainsi, la force initiale est obtenue comme suit : $F_i = 22 + 0,4 (32-22) = 26$ daN et la $F_m = 10 + 0,4 (14 - 10) = 11,6$ daN.

La manutention de ce chariot se trouve dans la zone inacceptable et impose une réflexion sur une aide technique à la manutention ou le choix d'un autre chariot plus léger.

**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)

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

NOTE La dernière ligne de chacun des Tableaux A.1, A.2 et A.3 mentionne des valeurs qui sont données à titre indicatif pour permettre l'interpolation avec les valeurs inférieures, ces dernières restant en adéquation avec les Tableaux 3 et 4.

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 : $m = 15 \text{ kg}$.

Chaque colis mesure $0,40 \times 0,40 \times 0,30 \text{ m}$ ($L \times l \times h$). 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).

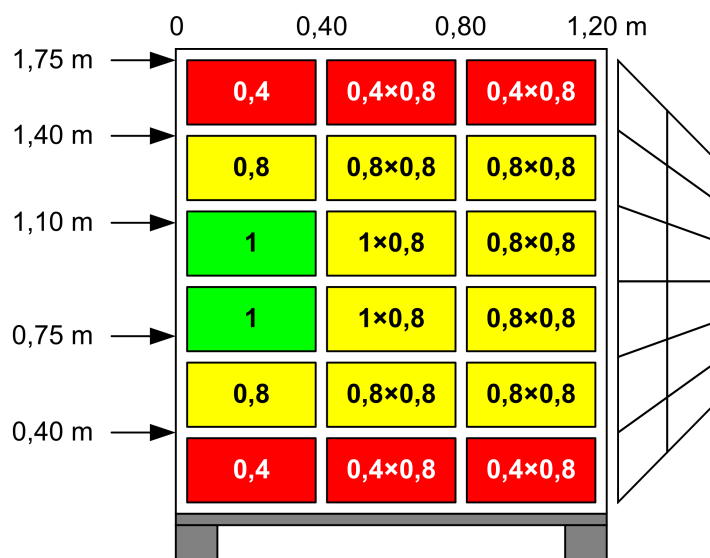


Figure B.1 — Tableau des différents coefficients de correction en fonction de la hauteur et de la profondeur de prises ou de déposes

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 333,6 kg.

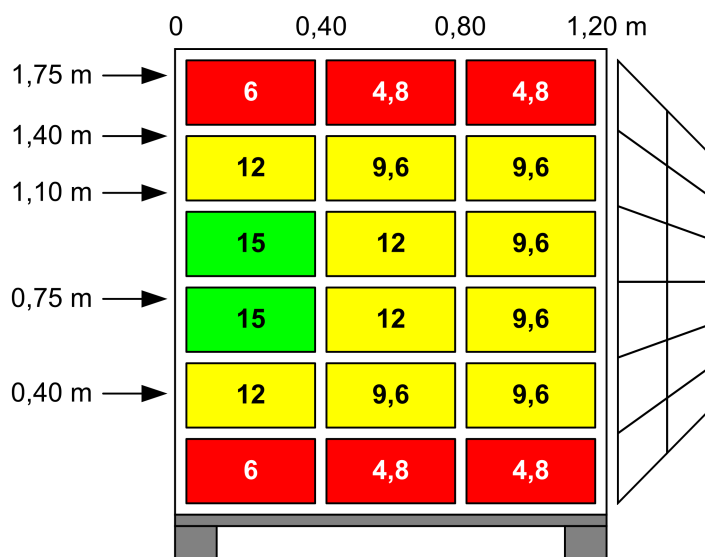


Figure B.2 — Valeur seuil de référence corrigée de chaque colis en fonction de sa position sur la palette

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 (87 dB).

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 :

	CC
— 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 du document	Valeurs seuils de référence kg	Valeurs seuils de référence corrigées avec 2 CC (X 0,6 X 0,8)
Valeur maximale sous conditions	25	12
Valeur maximale acceptable	15	7,2
Contrainte à risque minimum	5	2,4

Une action ciblée sur la masse unitaire (20 kg) est prioritaire dans la mesure où elle se situe au-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 du document	Valeurs seuils de référence pour 7 h	Valeurs seuils de référence corrigées avec 2 CC (x 0,6 x 0,8)
Valeur maximale sous conditions	11	5,28 T
Valeur maximale 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 du document	Valeurs seuils de référence kg	Valeurs seuils de référence corrigées avec 2 CC (X 0,8 X 0,8)
Valeur maximale sous conditions	25	16
Valeur maximale acceptable	15	9,6
Contrainte à risque minimum	5	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 du document	Valeurs seuils de référence pour 3 h	Valeurs seuils de référence corrigées avec 2 CC (x 0,8 x 0,8)
Valeur maximale sous conditions	6,6	4,22 T
Valeur maximale 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 en 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 n° 2006/42/CE, du 17 mai 2006, sur la sécurité des machines.
- [2] Directive n° 90/269/CE, 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, *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, *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 ISO 11228-3, *Ergonomie — Manutention manuelle — Partie 3 : Manipulation de charges faibles à fréquence de répétition élevée* (indice de classement : X 35-110-3).
- [10] 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).
- [11] NF EN 1757-1, *Sécurité des chariots de manutention — Chariots manuels — Partie 1 : Gerbeurs* (indice de classement : H 96-335-1).
- [12] 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).