
**Ergonomie — Manutention manuelle —
Partie 2:
Actions de pousser et de tirer**

Ergonomics — Manual handling —

Part 2: Pushing and pulling

**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

[ISO 11228-2:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a5d43eb-2ee9-4181-90d8-c1af856402de/iso-11228-2-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a5d43eb-2ee9-4181-90d8-c1af856402de/iso-11228-2-2007>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 11228-2:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a5d43eb-2ee9-4181-90d8-c1af856402de/iso-11228-2-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a5d43eb-2ee9-4181-90d8-c1af856402de/iso-11228-2-2007>

© ISO 2007

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 l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Termes et définitions	1
3 Recommandations	2
3.1 Tâches de manipulation manuelle dangereuses	2
3.2 Évaluation des risques	2
3.2.1 Identification des phénomènes dangereux	3
3.2.1.1 Force	3
3.2.1.2 Posture	3
3.2.1.3 Fréquence et durée	4
3.2.1.4 Distance	4
3.2.1.5 Caractéristiques de l'objet	4
3.2.1.6 Conditions ambiantes	4
3.2.1.7 Caractéristiques individuelles	5
3.2.1.8 Organisation du travail	5
3.2.2 Estimation des risques et évaluation des risques	5
3.2.2.1 Méthode 1 — Approche généralisée de l'estimation et de l'évaluation des risques	6
3.2.2.2 Méthode 2 — Approche spécialisée de l'estimation et de l'évaluation des risques	7
3.2.3 Réduction des risques	10
Annexe A (informative) Méthode 1 — Actions de pousser et de tirer: liste de contrôle pour l'évaluation générale	11
Annexe B (informative) Méthode 2 — Estimation et évaluation spécialisées des risques	20
Annexe C (informative) Méthodes de réduction des risques	40
Annexe D (informative) Méthode proposée pour mesurer les forces de poussée/traction	44
Annexe E (informative) Exemples d'application des méthodes 1 et 2	46
Annexe F (informative) Méthode permettant de déterminer la distribution combinée des résistances pour un groupe de référence particulier	56
Bibliographie	65

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 11228-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 159, *Ergonomie*, sous-comité SC 3, *Anthropométrie et biomécanismes*.

L'ISO 11228 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Ergonomie — Manutention manuelle*:

- *Partie 1: Manutention verticale et manutention horizontale*
- *Partie 2: Actions de pousser et de tirer*
- *Partie 3: Manipulation de charges faibles à fréquence de répétition élevée*

Introduction

Les tâches de manipulation manuelle inconfortables et/ou énergiques, comme les actions de pousser ou de tirer des objets, peuvent provoquer des douleurs, une fatigue et des troubles musculo-squelettiques. Les douleurs et la fatigue musculo-squelettiques peuvent elles-mêmes influencer le contrôle postural et augmenter la probabilité d'adoption de pratiques de travail dangereuses, à l'origine d'un risque accru de blessures ainsi que d'une réduction de la productivité et de la qualité du travail produit. Une bonne conception ergonomique peut contribuer à éviter ces effets nocifs.

La présente partie de l'ISO 11228 fournit deux méthodes permettant d'identifier les dangers et risques potentiels liés aux actions de pousser et de tirer avec tout le corps. Son contenu est basé sur la connaissance et la compréhension actuelles des facteurs de risques musculo-squelettiques liés à ces types de travaux de manutention. Outre le fait d'offrir une approche ergonomique pour l'évaluation des tâches de poussée/traction, elle donne des recommandations permettant de réduire le risque de blessures ou d'altération de la santé.

L'évaluation et la maîtrise des risques liés à d'autres aspects de la manipulation manuelle sont abordées dans l'ISO 11228-1, l'ISO 11228-3 et l'ISO 11226.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11228-2:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a5d43eb-2ee9-4181-90d8-c1af856402de/iso-11228-2-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a5d43eb-2ee9-4181-90d8-c1af856402de/iso-11228-2-2007>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11228-2:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a5d43eb-2ee9-4181-90d8-c1af856402de/iso-11228-2-2007>

Ergonomie — Manutention manuelle —

Partie 2: Actions de pousser et de tirer

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11228 recommande des limites pour les actions de pousser et de tirer impliquant tout le corps. Elle fournit des conseils pour l'évaluation des facteurs de risque jugés importants dans l'action de pousser et de tirer manuellement, permettant ainsi d'évaluer les risques pour la santé de la population active. Les recommandations s'appliquent à une population active d'adultes en bonne santé et procurent une protection raisonnable à la majeure partie de cette population. Ces recommandations sont basées sur des études expérimentales menées sur les actions de pousser et tirer et sur les niveaux de charge musculo-squelettique, d'inconfort/douleur et d'endurance/fatigue associés à ces tâches.

Les actions de pousser ou de tirer, telles que définies dans la présente partie de l'ISO 11228, sont limitées à:

- des efforts mobilisant le corps tout entier (c'est-à-dire en étant debout/en marchant);
- des actions réalisées par une seule personne (la manipulation à plusieurs personnes n'est pas prise en compte dans l'évaluation, mais certains conseils sont fournis à l'Annexe C);
- des forces appliquées par les deux mains;
- des forces employées pour déplacer ou retenir un objet;
- des forces appliquées de façon régulière et contrôlée;
- des forces appliquées sans utiliser de support(s) externe(s);
- des forces appliquées sur des objets situés en face de l'opérateur;
- des forces appliquées en position debout (pas assise).

La présente partie de l'ISO 11228 s'adresse aux concepteurs, employeurs, employés et autres parties impliquées dans la conception ou la refonte du travail, des tâches, des produits et de l'organisation du travail.

2 Termes et définitions

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

2.1

force initiale

force appliquée pour mettre en mouvement un objet (c'est-à-dire force requise pour accélérer l'objet)

2.2

action de tirer

effort physique humain dans lequel la force motrice est en face du corps et orientée vers le corps de l'opérateur alors que l'opérateur est debout ou se déplace vers l'arrière

2.3

action de pousser

effort physique humain dans lequel la force motrice est dirigée vers l'avant et en s'éloignant du corps de l'opérateur alors que l'opérateur est debout ou se déplace vers l'avant

2.4

force soutenue

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)

2.5

force d'arrêt

force appliquée pour immobiliser un objet

2.6

conditions ambiantes défavorables

conditions donnant lieu à un risque accru de blessures

EXEMPLE Environnements froids ou chauds, sols glissants.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3 Recommandations

3.1 Tâches de manipulation manuelle dangereuses

[ISO 11228-2:2007](#)

Dans la mesure du possible, il convient d'éviter les tâches de manipulation manuelle dangereuses. Pour cela, il est possible d'adapter les lieux de travail ou la conception des tâches, mais aussi de faire appel à la mécanisation ou à l'automatisation. Par exemple, la poussée et la traction manuelles d'objets lourds sur une surface de travail peuvent être évitées en utilisant des transporteurs mécaniques à courroie ou des transporteurs inclinés à rouleaux.

3.2 Évaluation des risques

L'évaluation des risques comprend les étapes suivantes: identification des phénomènes dangereux, estimation des risques, évaluation des risques (voir le Guide 51 de l'ISO/CEI).

Dans la présente partie de l'ISO 11228, le modèle suivant d'évaluation des risques (voir la Figure 1) est utilisé.

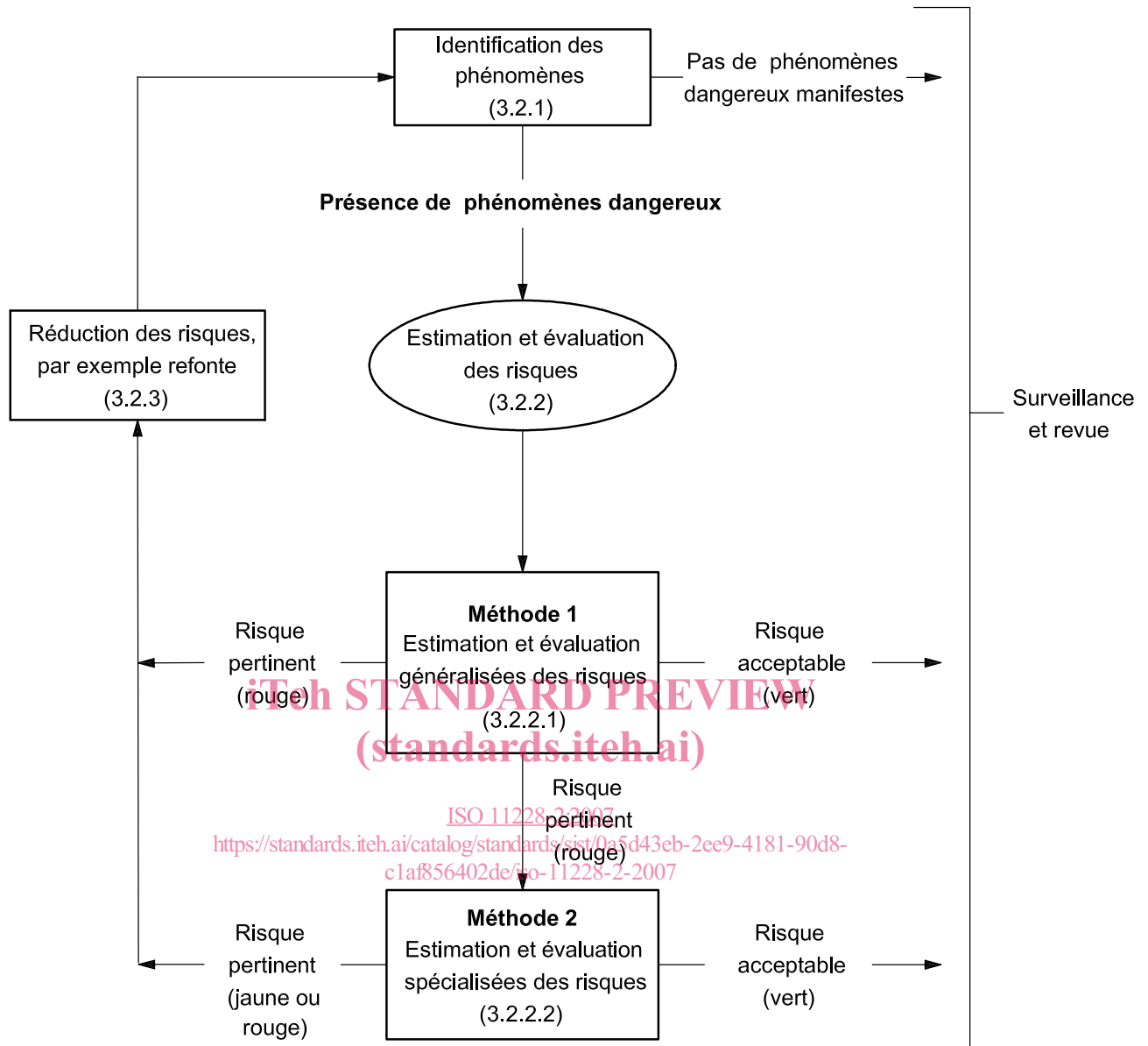


Figure 1 — Modèle d'évaluation des risques

3.2.1 Identification des phénomènes dangereux

3.2.1.1 Force

Les forces initiales sont utilisées pour surmonter l'inertie de l'objet au départ, ou lors d'un changement de direction du déplacement. Les forces soutenues sont celles qui sont employées pour maintenir l'objet en mouvement. Les forces initiales sont généralement plus élevées que les forces soutenues et il convient donc de les réduire au minimum. Il convient d'éviter les départs, arrêts et manœuvres répétés de l'objet. Il convient d'appliquer des efforts continus et réguliers à l'objet, en évitant les mouvements saccadés et une durée prolongée. Il convient d'éviter les forces soutenues car elles augmentent le risque de fatigue musculaire ou corporelle.

3.2.1.2 Posture

La capacité d'exercer une force est largement déterminée par la posture adoptée par la personne. Les postures inconfortables réduisent souvent les capacités d'application d'une force et augmentent le risque de

blessure engendré par des charges élevées appliquées sur les articulations ou sur des segments du corps. Il convient que l'opérateur adopte une posture confortable et naturelle lorsqu'il applique les forces de poussée/traction initiales ou soutenues. Il convient que l'opérateur applique la force dans une posture stable et équilibrée lui permettant d'appliquer le poids de son corps à la charge et réduisant donc les forces s'exerçant sur le dos (c'est-à-dire la charge de compression s'exerçant sur la colonne vertébrale et les forces de cisaillement sagittales ou latérales) et les épaules. Il convient d'éviter les postures impliquant une torsion, une flexion latérale ou une flexion antérieure du tronc car elles augmentent le risque de blessure. La charge s'exerçant sur les bras et les épaules est influencée par la posture en relation avec la force appliquée, qui est elle-même influencée par la position des mains. Il convient donc que la position des mains ne soit ni trop haute, ni trop basse, et que les mains ne soient pas trop rapprochées. Il convient également de maintenir les coudes en position basse.

Alors que la manutention verticale, le maintien et la manipulation horizontale peuvent engendrer des charges de compression élevées sur la colonne lombaire de l'opérateur, les forces de compression résultant de la poussée et de la traction sont en général beaucoup plus faibles. Par contre, les forces de cisaillement ont tendance à être plus élevées. Les connaissances actuelles sont limitées quant aux effets éventuels des forces de cisaillement sur le risque de blessure au dos, et seules quelques valeurs indicatives existent concernant les «limites de sécurité» relatives aux forces de cisaillement. Ce sont les raisons pour lesquelles la présente partie de l'ISO 11228 est centrée uniquement sur les forces de compression lorsqu'elle propose des limites de sécurité pour les tâches de poussée et de traction.

3.2.1.3 Fréquence et durée

Lors d'une poussée ou d'une traction, il convient de tenir compte de la fréquence et de la durée de la force appliquée. Il convient d'éviter les efforts prolongés (par exemple, en employant des aides mécaniques) afin de limiter/éviter les effets de la fatigue musculaire. Des efforts hautement répétitifs se traduiront par des forces initiales plus fréquentes. Il convient donc de les éviter.

3.2.1.4 Distance

Les distances sur lesquelles les opérateurs peuvent déplacer les objets peuvent varier de quelques pas (un ou deux mètres) à un grand nombre de mètres. De longues distances couplées à des forces élevées et à des mouvements fréquents, peuvent s'avérer fatigantes pour les opérateurs. Plus la distance est longue, plus le mouvement peut s'avérer fatigant pour un niveau d'effort donné. Les longues distances peuvent donner lieu à de multiples mouvements, de la part de l'opérateur, pour corriger la trajectoire de l'objet. Elles augmentent donc la sollicitation de forces et l'exposition de l'opérateur à tout autre phénomène dangereux présent dans l'environnement de travail.

3.2.1.5 Caractéristiques de l'objet

Il convient d'optimiser la maniabilité de l'objet. Si l'objet est placé sur des roues/roulettes, il convient que celles-ci soient adaptées à l'objet (c'est-à-dire qu'elles présentent un matériau et un diamètre appropriés) et bien entretenues. En ce qui concerne les objets dépourvus de roues ou roulettes, il convient de réduire le frottement (il convient, par exemple, d'envisager l'emploi de surfaces à faible coefficient de frottement ou l'emploi de rouleaux). Il convient d'appliquer la force contre l'objet de manière appropriée et sûre (par exemple, il convient, le cas échéant, de prévoir des poignées). Tout objet qui limite la visibilité d'un opérateur présente des risques particuliers lorsqu'il est poussé. Dans de telles situations, il peut s'avérer préférable de tirer l'objet. Il est conseillé, lorsque cela est possible, d'utiliser de longues poignées verticales pour permettre aux utilisateurs de saisir l'objet à la hauteur préférée.

3.2.1.6 Conditions ambiantes

Il convient que la surface sur laquelle est déplacé l'objet soit adaptée au transport de l'objet et soit bien entretenue. Les pentes, rampes et marches augmentent l'effort physique requis pour pousser ou tirer un objet, augmentant ainsi la charge de travail sur le système musculo-squelettique et, de ce fait, le risque de blessure. Les surfaces humides ou contaminées peuvent présenter des dangers particuliers pour l'opérateur lorsqu'il leur applique des forces. Les vibrations, un éclairage inadéquat et des environnements chauds et froids peuvent être des sources de danger supplémentaires pour l'opérateur.

3.2.1.7 Caractéristiques individuelles

Les compétences et capacités individuelles, le niveau de formation, l'âge, le sexe et l'état de santé sont des caractéristiques importantes à prendre en compte lors de l'évaluation des risques (voir 3.2.2.2). Les compétences et l'expérience seront vraisemblablement profitables à l'opérateur lors de l'exécution de la tâche et réduiront le risque de blessure. La formation peut augmenter le niveau de compétence et la capacité d'exécuter une tâche. Il convient que les chaussures portées par le travailleur procurent un support et une adhérence adéquats pour l'environnement dans lequel est exécutée la tâche.

3.2.1.8 Organisation du travail

L'organisation globale du travail effectué par un opérateur peut modifier le risque de blessure. Les tâches physiques réalisées, autres que les actions de pousser et de tirer, peuvent contribuer à la fatigue de l'opérateur et à la charge biomécanique au cours de la journée de travail. Toutes ces tâches méritent leur propre estimation et évaluation des risques.

Il est nécessaire de comprendre que les risques engendrés par les actions de pousser et de tirer des objets résultent souvent d'une combinaison ou d'une interaction de divers facteurs de risque, par exemple des forces élevées soutenues sur de longues distances. Il convient, par ailleurs, que les opérateurs soient formés sur la manière d'effectuer chaque tâche en toute sécurité et sur la façon de reconnaître les lieux de travail, tâches et conditions matérielles potentiellement dangereux. Il convient également que les opérateurs soient informés des procédures et voies de communication requises pour notifier et corriger ces phénomènes dangereux. Le matériel et les installations doivent être entretenus de manière régulière et appropriée pour un usage sûr, et tout matériel défectueux ou endommagé doit être immédiatement retiré. Il convient que toutes les parties impliquées soient informées des procédures d'exploitation et d'entretien en toute sécurité. Il convient que le processus d'achat de matériel soit basé sur des exigences claires relatives aux tâches et qu'il aboutisse donc à la sélection d'un matériel adapté aux conditions spécifiques du lieu de travail et des tâches.

3.2.2 Estimation des risques et évaluation des risques

ISO 11228-2:2007

La méthode d'estimation des risques adopte une approche pluridisciplinaire accordant une juste place aux aptitudes biomécaniques, physiologiques et psychophysiques. L'approche biomécanique étudie les efforts en relation avec les capacités individuelles de résistance et le risque de blessure. Par exemple, la compression de la colonne lombaire est étudiée en relation avec la résistance de la colonne lombaire pour des populations de différents âges. L'approche physiologique prend en considération la dépense d'énergie et les limites de fatigue. L'approche psychophysique prend en compte la perception de l'effort, des forces et de l'inconfort jugés acceptables par les travailleurs.

La procédure d'évaluation des risques identifie deux méthodes permettant d'estimer et d'évaluer les risques liés aux tâches de poussée et de traction. La méthode 1 fournit une simple liste de contrôle pour l'évaluation des risques et des tableaux psychophysiques permettant d'évaluer rapidement une tâche. La liste de contrôle couvre non seulement l'évaluation du risque et les valeurs limites proposées, mais également l'identification des étapes permettant de réduire le niveau de risque. Les tableaux psychophysiques offrent un moyen de déterminer, pour les hommes et pour les femmes, les forces initiales et soutenues acceptables, en tenant compte de la hauteur des poignées, de la distance de parcours et de la fréquence de répétition des tâches de poussée/traction. Il peut s'avérer suffisant d'appliquer la méthode 1, de prendre les mesures appropriées ou d'adopter des solutions pratiques permettant de s'assurer que le risque global de blessure est faible. Si la liste de contrôle s'avère insuffisante et que la situation ou la population ne peut pas être abordée par les tableaux psychophysiques de la méthode 1, il convient alors d'appliquer la méthode 2.

Alors que la méthode 2 adopte une approche à trois zones pour déterminer le niveau de risque (vert, jaune et rouge), l'évaluation globale découlant de la méthode 1 nécessite une appréciation des risques basée sur deux niveaux, à savoir, acceptable (vert) ou non acceptable (rouge). Les trois zones de risque sont définies comme suit:

a) Zone verte (risque acceptable)

Le risque de maladie ou de blessure est négligeable ou se situe à un niveau faible acceptable pour l'ensemble de la population d'opérateurs. Aucune action n'est requise.

b) **Zone jaune (risque acceptable sous condition)**

Il existe un risque de maladie ou de blessure qui ne peut pas être négligé pour l'ensemble, ou une partie, de la population d'opérateurs. Le risque doit être estimé de manière plus approfondie, analysé conjointement aux facteurs de risque concourants, et suivi dès que possible d'une refonte. Si la refonte est impossible, d'autres mesures doivent être prises pour maîtriser le risque.

c) **Zone rouge (non acceptable)**

Il existe un risque considérable de maladie ou de blessure qui ne peut pas être négligé pour la population d'opérateurs. Il est nécessaire de prendre des mesures immédiates pour réduire le risque (par exemple remodelage, organisation du travail, instruction et formation des travailleurs).

3.2.2.1 Méthode 1 — Approche généralisée de l'estimation et de l'évaluation des risques

La méthode 1 (voir la Figure 2 et l'Annexe A) adopte une approche par liste de contrôle pour identifier et déterminer le niveau de risque approprié pour les tâches de poussée et de traction.

La section A.1 de la liste de contrôle est utilisée pour enregistrer les informations relatives à la tâche. La section A.2 donne des indications sur les forces acceptables basées sur des données psychophysiques, en se référant à l'examen de six catégories de risque (A.2.1): la tâche; les caractéristiques de charge; l'environnement de travail; les capacités individuelles; l'organisation du travail; et d'autres facteurs. Sur la base de l'évaluation globale réalisée dans la section A.2, la section A.3 est utilisée pour enregistrer une évaluation complète du niveau de risque (c'est-à-dire vert/rouge) lié à la tâche. Pour établir un jugement quant au niveau global de risque, il convient tout d'abord d'étudier les forces acceptables et, lorsque les forces initiales ou soutenues sont dépassées pour 90 % de la population d'utilisateurs, il convient d'attribuer un risque élevé à la tâche (c'est-à-dire ROUGE). Si les forces initiales et soutenues ne sont pas dépassées, mais qu'un certain nombre de facteurs de risque sont identifiés par la liste de contrôle (A.2.2), il convient là encore d'attribuer la couleur ROUGE au niveau de risque. Lorsque les forces initiales et soutenues sont inférieures à celles spécifiées et qu'il n'existe qu'un nombre restreint de facteurs de risque, la tâche peut être considérée à faible risque (c'est-à-dire VERT), bien que tous les efforts possibles doivent être faits pour réduire le niveau de risque des facteurs qui persistent. En cas de doute concernant l'importance relative des facteurs de risque de la section A.2.2 ou le nombre de facteurs de risque présents, il convient d'attribuer la couleur ROUGE à la tâche ou d'appliquer la méthode 2.

Toutes les questions de chaque catégorie ne sont pas obligatoirement pertinentes pour la tâche considérée. Il est important de réaliser que les facteurs de risque de chacune des différentes catégories peuvent être interdépendants et pourraient avoir une grande influence en cas de combinaison. Il est donc important que chaque facteur de risque ne soit pas considéré isolément pour rendre un jugement global sur le niveau de risque.

Lorsque le niveau de risque est jugé élevé, il convient de suivre les étapes nécessaires pour identifier l'origine du problème et déterminer les mesures qu'il convient de prendre pour réduire le niveau de risque. La section A.4 permet d'établir un classement des mesures de réduction des risques par ordre de priorité. Après la mise en œuvre des mesures de réduction des risques, il convient de surveiller et de réévaluer la tâche en cas de modification du travail. Si la tâche et/ou la population active ne correspondent pas aux hypothèses des tables psychophysiques, il convient d'appliquer la méthode 2.

METHODE 1, voir l'Annexe A.

Étape 1 — Compléter A.1.

Étape 2 — Compléter la liste de contrôle donnée dans le Tableau A.3 et déterminer les forces initiales et soutenues réelles selon A.2.2, soit:

- a) déterminer la hauteur des poignées;
- b) déterminer la distance à parcourir en poussant ou en tirant;
- c) déterminer la fréquence de répétition des actions de poussée/traction, initiales et soutenues;
- d) déterminer la population de travailleurs, c'est-à-dire entièrement masculine (utiliser les limites applicables aux hommes) ou entièrement féminine ou mixte (utiliser les limites applicables aux femmes);
- e) consulter les Tableaux A.5 à A.8 pour trouver les forces initiales et soutenues acceptables permettant de s'adapter à 90 % de la population d'utilisateurs prévue;
- f) déterminer/mesurer les forces initiales et soutenues réelles (voir l'Annexe D).

Étape 3 — Comparer les forces acceptables (voir les Tableaux A.5 à A.8) et les forces mesurées, et déterminer les facteurs de risque présents à partir de la liste de contrôle. Évaluer le niveau global de risque (voir A.3) de la manière suivante:

- si les forces réelles (initiales ou soutenues) sont supérieures aux forces acceptables, évaluer le risque comme ROUGE;
- si les forces réelles (initiales ou soutenues) sont inférieures aux forces acceptables, mais qu'il existe un nombre important de facteurs de risque présents, évaluer le risque comme ROUGE;
- dans tous les autres cas, évaluer le risque comme VERT.

Étape 4 — Définir les priorités et prendre les mesures permettant de réduire les risques (voir A.4), ou appliquer la méthode 2.

Figure 2 — Procédure généralisée d'estimation et d'évaluation des risques — Méthode 1

3.2.2.2 Méthode 2 — Approche spécialisée de l'estimation et de l'évaluation des risques

La méthode 2 (voir Annexe B) adopte une procédure permettant de déterminer les limites des forces de poussée et de traction avec tout le corps selon les caractéristiques spécifiques de la population et de la tâche. La méthode 2 est divisée en quatre parties qu'il convient d'appliquer selon la Figure 3:

- a) Partie A — Limites des forces musculaires;
- b) Partie B — Limites des forces squelettiques;
- c) Partie C — Forces maximales autorisées;
- d) Partie D — Limites de sécurité.

La partie A détermine les limites de force en se basant sur des mesures de la résistance statique et ajuste ces forces en fonction des caractéristiques de la population (c'est-à-dire âge, sexe et stature) et des exigences de la tâche (c'est-à-dire fréquence, durée et distance de la tâche de poussée/traction). La procédure adoptée dans la partie B tient compte des tâches de poussée/traction générant des forces de compression élevées sur la colonne lombaire et ajuste les forces de poussée/traction en fonction des limites de compression de la colonne vertébrale applicables selon l'âge et le sexe.

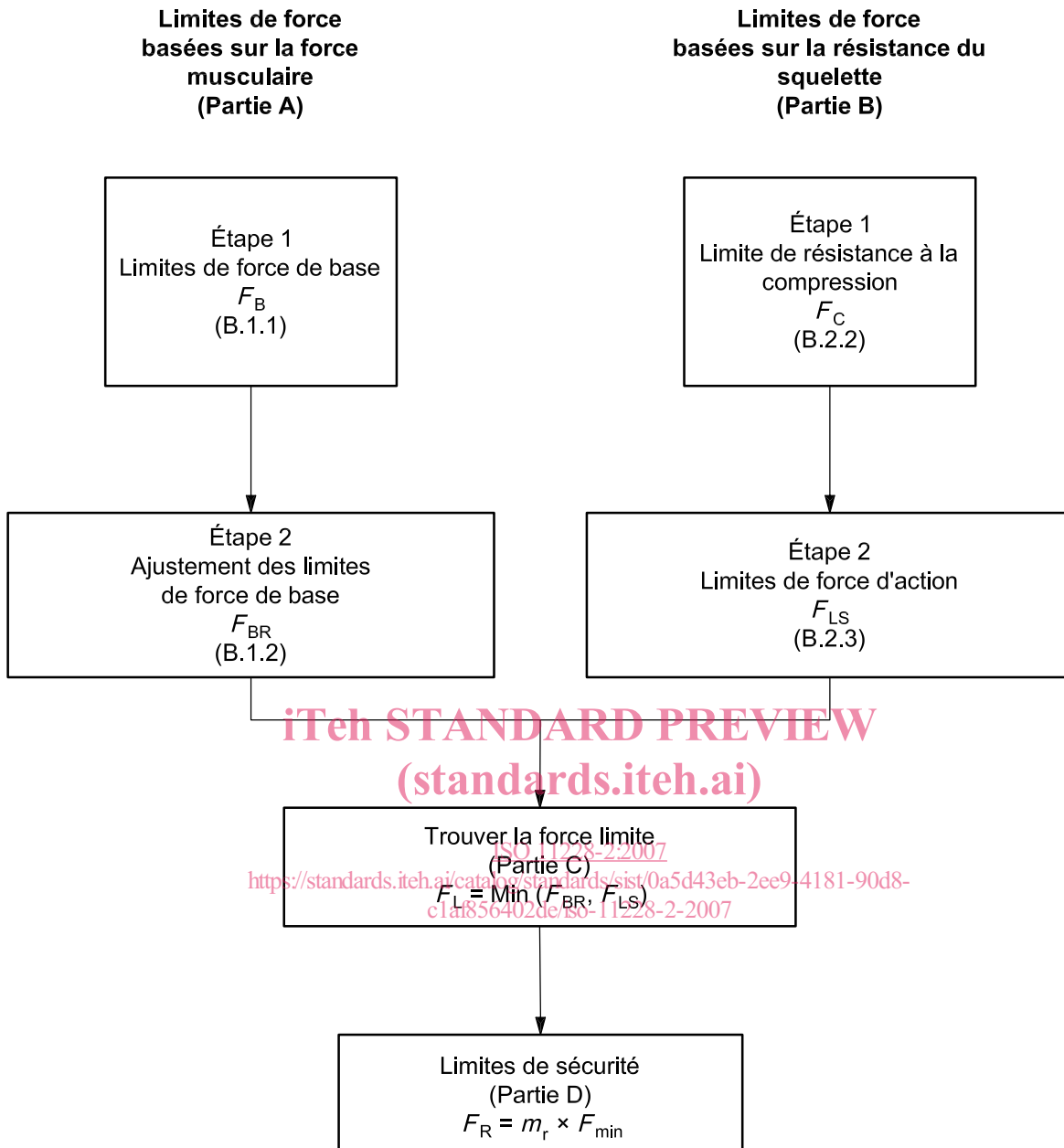


Figure 3 — Procédure spécialisée d'estimation et d'évaluation des risques — Méthode 2

3.2.2.2.1 Partie A — Limites de force basées sur la force musculaire, F_{Br}

La partie A adopte une procédure en deux étapes pour déterminer les limites de force, adaptées à la population (Étape 1) et aux caractéristiques de la tâche (Étape 2).

Étape 1 — Limites de force de base, F_B — Déterminer les efforts de résistance statique maximaux pour la poussée/traction pour la population d'utilisateurs prévue, en tenant compte de l'âge, du sexe et de la stature (voir B.1.1 et B.1.2).

Étape 2 — Déterminer F_{Br} , en ajustant les limites de force de base, F_B , en fonction de la distance, d , et de la fréquence, f , de la tâche de poussée/traction (voir B.1.3):

$$F_{Br} = F_B [1 - m_d(d) - m_f(f)]$$

où

F_B est la limite de force de base;

m_d est le multiplicateur de distance de parcours (voir le Tableau B.11 ou le Tableau B.12);

d est la distance de parcours (en mètres) pour la tâche de poussée/traction;

m_f est le multiplicateur de fréquence de répétition de la tâche (voir le Tableau B.11 ou le Tableau B.12);

f est la fréquence (nombre de fois par minute) de répétition de la tâche au cours d'une journée de travail.

3.2.2.2.2 Partie B — Limites de force basées sur la résistance du squelette, F_{LS}

La partie B fournit les limites de force basées sur les caractéristiques de résistance à la compression de la colonne lombaire. La procédure est décrite à l'Annexe B et adopte une approche en deux étapes: 1) estimation des limites de la résistance à la compression, F_C , en tenant compte de l'âge et du sexe de la population d'utilisateurs; et 2) évaluation de la limite des forces d'action, F_{LS} , qui correspond à la limite de résistance à la compression, F_C , d'une action spécifique de poussée ou de traction sur le lieu de travail. Il convient que la limite des forces d'action, F_{LS} , ne dépasse pas la force réelle mesurée sur le lieu de travail pour garantir que les limites de résistance à la compression de la colonne lombaire ne sont pas dépassées.

Étape 1 — Limite de résistance à la compression, F_C — Déterminer les limites de résistance à la compression en tenant compte de l'âge et du sexe de la population d'utilisateurs prévue.

Étape 2 — Déterminer la F_{LS} qui correspond à la limite de résistance à la compression, F_C , dans une action spécifique de poussée ou de traction (en utilisant B.2, Figure B.3). Identifier la relation entre

— la limite des forces d'action, F_{LS} , et

— les forces d'action observées sur le lieu de travail.

Il convient que les forces d'action mesurées sur le lieu de travail ne dépassent pas la limite des forces d'action (F_{LS}).

3.2.2.2.3 Partie C — Force limite, F_L

La partie C implique de sélectionner la force minimale parmi

- les limites de force basées sur la force musculaire F_{Br} , et
- les limites de force basées sur la résistance du squelette, F_{LS} .

$$F_L = \min. (F_{Br}, F_{LS})$$

3.2.2.2.4 Partie D — Limites de sécurité, F_R

Pour évaluer le risque, la force résultante réelle est comparée à une limite de sécurité, F_R . La limite de sécurité F_R , est calculée à partir de la force limite minimale, F_{\min} , et d'un multiplicateur de risque, m_r , de telle sorte que

$$F_R = m_r \times F_{\min}$$