

Notes techniques

INTÉGRER LA PRÉVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS DÈS LA CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS D'AIDE À LA MANUTENTION DES PERSONNES

Les risques professionnels encourus par les utilisateurs d'équipements d'aide à la manutention des personnes ne sont pas toujours bien pris en compte lors de leur conception. À travers l'exemple du Milo®, un équipement d'aide au transfert de personnes et à la toilette, l'INRS a élaboré des recommandations pour intégrer la prévention de ces risques dès la conception des aides techniques et limiter ainsi les efforts liés à leur utilisation.

STÉPHANE
GILLE,
INRS,
département
Ingénierie des
équipements
de travail

LAURENT
KERANGUEVEN
INRS,
département
Expertise
et conseil
technique

En France, le secteur de l'aide et du soin à la personne regroupe trois millions de salariés qui exercent des activités diverses. Parmi eux, un million travaille dans des établissements sanitaires et médico-sociaux des secteurs public ou privé (hôpitaux, cliniques, Ehpad¹...). Dans ces établissements, les troubles musculosquelettiques (TMS) constituent la principale cause de maladie professionnelle (MP). En 2015, environ 83% des MP relevaient du tableau 57² dans les hôpitaux et 90% dans les Ehpad. Ces pathologies sont associées notamment à la mobilisation des bénéficiaires (patients ou résidents), à leurs transferts et aux postures et efforts contraignants sous-jacents. Par ailleurs, dans ce secteur, les accidents du travail (AT) sont majoritairement liés aux manutentions manuelles. Ainsi, en 2015, cela représentait 64% des AT dans les établissements hospitaliers et 70% dans les Ehpad. Ces accidents affectent principalement le dos et les membres supérieurs.

La mise à disposition d'aides techniques visant à supprimer les manutentions, ou au minimum à réduire les efforts et postures contraignantes lors des manutentions, est une mesure de prévention recommandée par le réseau Assurance maladie - Risques professionnels. Toutefois, pour être efficaces, ces équipements doivent être conçus en intégrant un certain nombre d'exigences, afin d'assurer l'adéquation entre le matériel et l'activité réelle des utilisateurs, qu'ils soient professionnels

ou bénéficiaires. L'INRS a participé à la conception du Milo®, un équipement d'aide au transfert et à la toilette, aux côtés du CHU de Nîmes et du fabricant Alter Éco Santé. Fruit de cette expérience, cet article propose des points de vigilance à intégrer lors de la conception de ces équipements d'aide à la manutention de personnes.

Équipements d'aide à la manutention de personnes et risques associés

Un équipement d'aide à la manutention de personnes est un dispositif médical visant à soulever, maintenir, transférer ou déplacer une personne: lit médicalisé, guidon de transfert, drap de glissement, rail plafonnier, chaise de douche, verticalisateur, lève-personne...

Le présent article est consacré principalement aux équipements roulants, tels que les lève-personnes qui nécessitent des efforts de tirer-pousser. Ce type d'équipement est utilisé dans les établissements de soins (établissements hospitaliers, Ehpad, résidences pour personnes handicapées...) et à domicile.

L'utilisation de tels équipements modifie les pratiques habituelles des salariés et le mode de manutention (port de charge *versus* tirer/pousser). Il ne supprime donc pas nécessairement le risque de TMS notamment en cas de manœuvre dans des espaces réduits, d'amorçages répétés du mouvement, d'efforts importants pour tirer ou pousser l'équipement.

RÉSUMÉ

L'utilisation d'aides techniques est recommandée pour réduire les efforts et postures contraignantes liés à la manutention de personnes. Ces équipements doivent pour cela être adaptés à l'environnement dans lequel ils sont utilisés. Fort du retour

d'expérience lié à la conception du Milo®, aide technique issue du partenariat entre l'INRS, le CHU de Nîmes et le fabricant Alter Eco Santé, cet article vise à sensibiliser les concepteurs d'équipements roulants du secteur sanitaire et social

(verticalisateurs, lève-personnes, chariots divers...), à la prévention des risques professionnels, en leur donnant des points de vigilance et recommandations à intégrer dans leurs projets.

Incorporating occupational risk prevention into the design of equipment for assisting in moving and handling people

Using technical aids is recommended for reducing constraining postures and efforts related to moving and handling people. To this end, such equipment must be adapted to suit the environment in which it is used. Using the return on experience related

to the design of Milo®, a technical aid developed through a partnership between INRS, the teaching hospital (CHU) of Nîmes, and the manufacturer Alter Eco Santé, this article aims to make designers of wheeled equipment in the healthcare and social care

sector (stand-up lifts or sit-to-stand lifts, patient lifts, various trolleys, etc.) more aware of occupational risk prevention, by giving them points to which to pay particular attention, and recommendations to be incorporated into their projects.

Aspects réglementaires et normatifs

Les équipements d'aide à la manutention pour la mobilisation de personnes sont qualifiés de dispositifs médicaux par la directive 93/42/CEE du 14 juin 1993 modifiée par la directive européenne 2007/47/CE du 5 septembre 2007 [1]. Cette directive décrit des exigences de sécurité et de performance et les modalités de mise sur le marché qui s'imposent aux fabricants. En fonction de leurs caractéristiques, notamment la présence d'énergie, ces équipements peuvent également relever de l'application d'autres directives, telles que: la directive « Machines » 2006/42/CE, la directive « Basse tension » 2014/35/UE, la directive « Champs électromagnétiques » 2014/30/UE, etc. Les équipements doivent faire l'objet d'une déclaration CE de conformité, dont la procédure d'évaluation est fixée exclusivement par la directive « Dispositifs médicaux ».

Les normes relatives à la conception des équipements d'aide à la manutention de personnes offrent un moyen aux fabricants de se conformer aux exigences essentielles des directives européennes. Par exemple, la norme NF EN ISO 10535: 2007 [2] spécifie les exigences essentielles et décrit les méthodes d'essai relatives aux lève-personnes et aux verticalisateurs vis-à-vis de la directive « Dispositifs médicaux ». Elle définit notamment les valeurs maximales de forces requises pour déplacer le lève-personne ou le verticalisateur, ainsi qu'une méthode de mesurage de ces forces. De même, dans le cas où ces équipements relèvent de la directive « Machines », d'autres normes peuvent s'appliquer, comme celles qui définissent des principes généraux de conception (NF EN ISO 12100: 2010 [3]) ou des

recommandations pour l'évaluation de la performance physique humaine (série NF EN 1005 [4]). Elles sont complétées par des normes ergonomiques relatives à la manutention manuelle (NF X 35-109: 2011 [5], série NF ISO 11228 [6]). Pour la prévention des risques professionnels, il est indispensable d'identifier parmi ces différentes normes, celles qui vont permettre de bénéficier d'une présomption de conformité aux différentes directives applicables, tout en tenant compte de la façon dont ces équipements seront utilisés (tirer-pousser pour un équipement roulant par exemple).

S'inscrire dans une démarche de conception

La brochure INRS ED 6154 [7], traitant de l'intégration de l'ergonomie à la conception des machines pour la prévention des risques professionnels des futurs utilisateurs, décrit une démarche pluridisciplinaire, globale et itérative, qui s'applique tout au long du processus de conception. Elle vise à enrichir le projet et à appréhender progressivement les futures conditions de travail pour, *in fine*, étayer le processus d'évaluation et réduire les risques. Cette démarche de conception, appliquée aux équipements d'aide à la manutention de personnes, consiste à:

- constituer un groupe de travail pluridisciplinaire intégrant toutes les personnes concernées par le futur équipement: fabricant, soignant, ergothérapeute, ergonomiste, préventeur... La complémentarité des regards entre l'ergothérapeute et l'ergonomiste permettra de prendre en considération les besoins spécifiques des patients, d'une part, et des utilisateurs professionnels, d'autre part;



- mener une analyse globale intégrant les exigences liées aux situations réelles de travail (intégration de l'équipement dans la situation de travail, organisation, formation...) et aux contraintes du lieu de travail (revêtements de sol, agencement des espaces de travail...). La compréhension de la situation et de l'environnement de travail, dans lesquels les manutentions sont réalisées, permet de s'assurer de la bonne adaptation de l'équipement aux besoins réels des utilisateurs, afin qu'il s'intègre au mieux dans leur quotidien de travail;
- suivre un processus itératif allant du cahier des charges jusqu'à la réalisation de l'équipement. Il s'appuie sur les propositions formulées par les participants au groupe de travail, la réalisation de maquettes et de prototypes, les différents essais et mises en situation.

Application de la démarche de conception au Milo®

Cette démarche a été employée dans le cadre de la conception du Milo®, un équipement d'aide au transfert et à la toilette (Cf. Encadré 1).

Le groupe de travail était composé du fabricant de l'aide technique, de membres d'un bureau d'études, d'ergothérapeutes et d'experts de l'INRS.

L'analyse globale a reposé sur des observations *in situ* comme l'aménagement et l'encombrement des lieux (revêtements de sol, barres de seuil, accessibilité des douches...), et sur l'analyse des contraintes environnementales et organisationnelles (temps

imparti, position de travail, nombre de soignants...). Des essais sur des aides techniques roulantes ont été également menés afin d'appréhender les difficultés d'utilisation de ces équipements. Parallèlement, une analyse de la littérature a permis de compléter les observations et les essais réalisés. Ces analyses et essais ont montré que les efforts physiques et les postures induits par l'utilisation de ces équipements roulants ne sont pas toujours bien appréhendés lors de leur conception. La manutention manuelle d'équipements roulants nécessite de définir des limites d'effort à appliquer pour l'appareil locomoteur. Pour intégrer cet aspect, il est recommandé de se référer aux normes relatives aux efforts de tirer-pousser. Le groupe de travail a ainsi choisi d'utiliser la norme NF X35-109: 2011 [5] comme référence pour le développement du Milo®.

Ce travail a permis de dégager des recommandations visant à intégrer des exigences de prévention des risques professionnels dès la conception des équipements roulants d'aide à la manutention des personnes.

Réalisation d'essais sur des aides techniques roulantes

Afin de mettre en évidence la problématique spécifique liée aux efforts de tirer-pousser des équipements roulants, des essais ont été menés sur un lève-personne et sur le Milo® dans des conditions d'utilisation réelle.

ENCADRÉ 1 MILO®, UN OUTIL POLYVALENT 3 EN 1

Grâce à différentes fonctions, Milo® réduit le nombre de mobilisations et de transferts réalisés par le personnel: il permet la verticalisation et le transfert d'un patient/résident vers le fauteuil et le lit, son passage aux toilettes et la prise de la douche.

Ce dispositif trois en un est un outil polyvalent composé d'un guidon de transfert rotatif associé à une chaise de douche. Il peut être utilisé sur les cuvettes de toilettes de hauteur standard. Son encombrement, le choix de roues adaptées et ses nombreuses prises en main permettent une grande maniabilité dans des endroits souvent exigus.

Cette aide technique est fabriquée et distribuée par la société Alter Eco Santé. Elle est notamment employée par certains établissements du groupe DomusVi.



© Gaëlle Kerbad/INRS



↑ FIGURE 1 Lève-personne équipé de la poignée de mesurage des forces de tirer-pousser et d'un mannequin de test.



↑ FIGURE 2 Orientation des roulettes du lève-personne pour les essais.

Méthodologie

Les essais ont consisté à mesurer les efforts initiaux, en poussée, nécessaires pour mettre en mouvement des équipements roulants depuis une position de repos. Ils ont été réalisés avec un lève-personne du marché équipé au préalable d'une poignée additionnelle, similaire à celle existante sur l'équipement test, positionnée de la même manière que celle d'origine. Cette poignée additionnelle a intégré un guidage linéaire à faible frottement (liaison glissière avec douilles à billes) et une platine destinée à accueillir un dynamomètre uniaxial mesurant les efforts.

Les essais ont été réalisés sur une plaque d'acier plate, lisse et horizontale (pour se conformer à la norme NF EN ISO 10535: 2007) et sur deux revêtements de sol résilients³, représentatifs de ceux utilisés en établissements sanitaires et médico-sociaux. Le premier est un revêtement de sol PVC (PVC1) constitué d'une semelle alvéolaire pour amortir les bruits liés aux déplacements des équipements mobiles. Le second est un revêtement PVC compact (PVC2) visant à faciliter les déplacements de ces équipements.

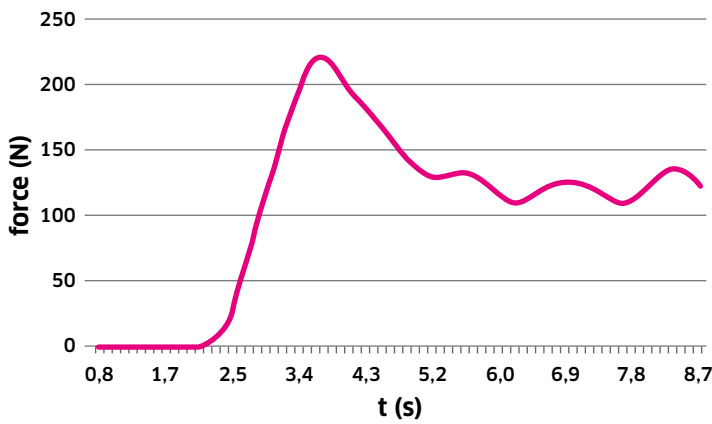
Le patient/résident a été simulé par un mannequin de crash-test automobile Hybrid III 50^e percentile mâle (178 cm, 78 kg) (Cf. Figure 1).

Ce mannequin était suspendu à l'étrier du lève-personne par le biais d'un harnais. Sa masse a été augmentée progressivement au moyen de lest. Dans un premier temps, les roulettes du lève-personne ont été placées de telle manière qu'elles ne pivotent pas lorsqu'il est déplacé (roulettes orientées à 180° par rapport au sens de déplacement du lève-personne), ce qui constitue la situation la moins sollicitante pour l'utilisateur. Dans un second temps, les roulettes ont été orientées à 90° du sens de la mise en mouvement, provoquant ainsi leur pivotement et engendrant donc un effort supplémentaire. La figure 2 présente ces deux configurations d'orientation des roulettes. Enfin, ces essais ont été répétés au moins 10 fois dans les mêmes conditions.

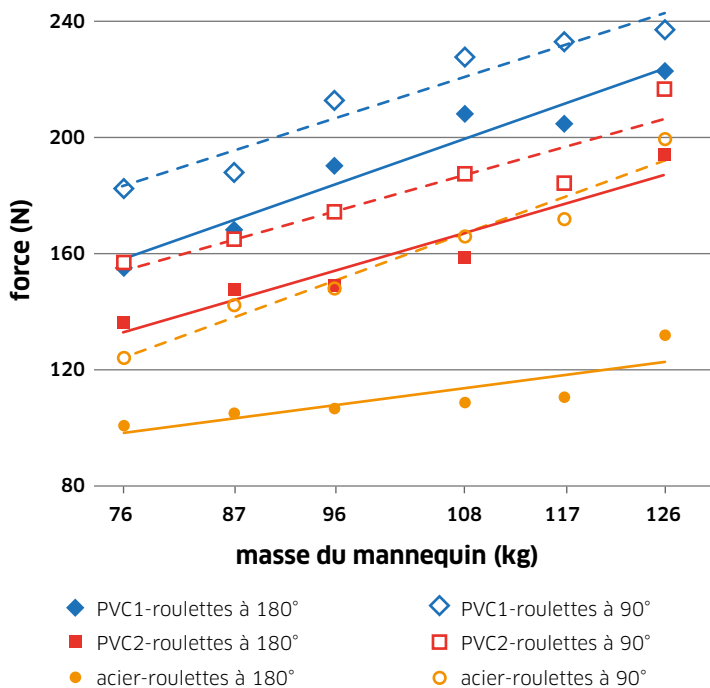
Résultats

L'évolution temporelle de l'effort nécessaire à la mise en mouvement du lève-personne, puis au maintien de son mouvement, est représentée sur la figure 3. La valeur du pic correspond à la valeur maximale de l'effort nécessaire à la mise en mouvement du lève-personne; il s'agit de la force initiale. Une fois ce pic atteint, la force diminue jusqu'à atteindre un plateau qui correspond à la force de maintien.





↑ FIGURE 3 Résultat d'un mesurage d'effort.



↑ FIGURE 4 Évolution de la force initiale moyenne, en fonction de la masse du mannequin, du revêtement de sol et de l'orientation des roulettes pour un même utilisateur.

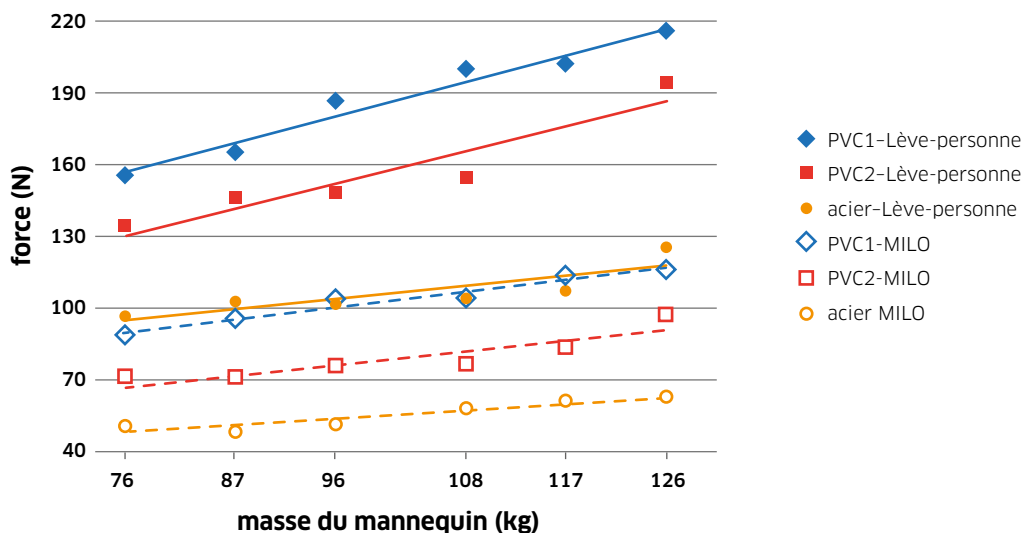
La figure 4 présente la moyenne des forces initiales de poussée mesurées pour un même utilisateur en fonction de la masse du mannequin, du revêtement de sol et de l'orientation des roulettes. Cette figure montre que la nature du revêtement de sol conditionne l'effort nécessaire pour la mise en mouvement de la charge. Pour l'ensemble des utilisateurs, ces efforts sont 25 % moins élevés sur le revêtement de sol PVC2 que sur le revêtement de sol PVC1. Cette différence s'explique par la résistance au roulement engendrée par la déformation du revêtement de sol, qui s'oppose à l'avancement de l'équipement.

Par ailleurs, les mesurages d'effort sur une plaque d'acier, telle que la norme NF EN ISO 10535 : 2007 le préconise, conduisent à une sous-évaluation des efforts réellement nécessaires dans les établissements. En effet, les efforts sur PVC2 et sur PVC1 sont respectivement 1,6 fois et 2,2 fois plus importants que ceux nécessaires sur la plaque d'acier. Ceci amène donc à surévaluer d'autant les charges maximales admissibles des lève-personnes au regard des capacités physiques des soignants.

La figure 4 montre également l'influence de l'orientation des roulettes sur l'effort de mise en mouvement. En effet, lorsque les roulettes sont orientées à moins de 180° du sens de marche, un effort au pivotement s'ajoute pour vaincre le frottement entre la surface de contact de la roulette et le revêtement de sol, et ainsi obtenir leur pivotement suivant l'axe du mouvement. Pour l'ensemble des utilisateurs, la résistance liée au pivotement engendre un effort supplémentaire de 10 % pour les revêtements de sol PVC.

Le Milo® a bénéficié des résultats de ces tests: il a été équipé de roulettes jugées comme étant les plus adaptées aux revêtements de sol (roulettes de diamètre 150 mm, à bandage polyuréthane,

FIGURE 5 → Comparaison des efforts moyens nécessaires pour la mise en mouvement du lève-personne et du Milo®.



équipé d'un moyeu et d'un pivot à roulement radial à billes) et positionnées de façon à répartir la charge (personne déplacée) de manière uniforme entre elles. Ces choix permettent de réduire les efforts initiaux nécessaires pour mettre en mouvement le Milo®.

La figure 5 présente les résultats comparatifs d'efforts initiaux en poussée entre le lève-personne du marché et le Milo®, mesurés à nouveau selon la norme NF X 35-109. Les efforts nécessaires à la mise en mouvement du Milo® sont 45 % plus faibles que ceux nécessaires pour le déplacement du lève-personne.

Au vu des essais et analyses menés, des recommandations techniques peuvent être faites pour réduire les efforts afin de déplacer les équipements roulants (Cf. Encadré 2).

Conclusion

Au vu de cet ensemble de mesures et afin d'assurer au mieux la santé et la sécurité des utilisateurs et bénéficiaires, un certain nombre d'exigences et de critères sont à intégrer lors de la conception d'un nouvel équipement roulant d'aide à la manutention de personnes :

- limiter les efforts de tirer/pousser induits par la manutention manuelle de l'équipement. Veiller notamment à respecter les valeurs normatives de manutention manuelle (Cf. NF X 35-109: 2011 [5]);
- porter une attention particulière à la capacité de roulement de l'aide technique et notamment au diamètre, au bandage des roulettes et au moyeu, ainsi qu'à leur positionnement. La qualité des roulettes est essentielle en termes de capacité de charge et de réduction des efforts liés au

ENCADRÉ 2

PRÉCONISATIONS D'ÉQUIPEMENTS

Elles portent sur quatre aspects : les roulettes, les poignées, les freins et l'encombrement.

Roulettes

Le choix des roulettes est primordial : en effet, la résistance au roulement dépend des caractéristiques des roulettes (diamètre, dureté et élasticité du matériau du bandage, type de moyeu...) et de celles du sol (état, dureté, élasticité), mais aussi de la répartition de la charge radiale sur les roulettes.

Ainsi, il est conseillé de :

- choisir des roulettes de grand diamètre qui, par ailleurs, facilitent le passage des seuils ;
- répartir uniformément la charge sur chacune des roulettes, tout en veillant à ce que leur capacité de charge soit suffisante ;
- privilégier un type de moyeu permettant de réduire la résistance au roulement, tel que les moyeux sur roulements à billes qui facilitent la rotation de la roulette ;
- privilégier des bandages de roulettes plutôt durs, compte tenu de la nature des revêtements de sol présents en établissements de soins ;
- privilégier un déport horizontal important des roulettes pivotantes pour réduire l'effort au pivotement ;
- choisir un pivot monté sur un

roulement à une, voire deux rangées de billes pour réduire l'effort au pivotement.

Poignées

Le positionnement des poignées constitue un autre point de vigilance pour réduire les efforts et les postures inconfortables des professionnels. La norme NF ISO 11228-2: 2007 [8] émet un certain nombre de recommandations à ce sujet :

- hauteur des poignées : les poignées doivent être placées à une hauteur comprise entre la hanche et le coude (entre 90 cm et 115 cm). En pratique, des poignées verticales permettent à l'utilisateur, quelle que soit sa taille, de placer ses mains à la hauteur la plus adaptée ;
- diamètre des poignées : pour assurer une bonne prise, les dimensions des poignées doivent être adaptées à la taille des mains des femmes et des hommes. Il convient donc que leur diamètre soit compris entre 3 cm et 4,5 cm ;
- longueur des poignées : les poignées, ou la zone de prise, doivent présenter une longueur adéquate, pour permettre une variation de la prise lors des manœuvres et de la manutention de la charge. La conception doit permettre une gamme adaptée de postures du corps et d'angles d'articulation ;

- espacement entre les poignées : il ne doit pas dépasser 48 cm, afin de réduire les sollicitations articulaires et musculaires au niveau des épaules (NF EN ISO 14738: 2008 [9]). Cependant, l'espacement entre les poignées et l'axe de rotation de l'équipement doit être suffisant pour en faciliter la maniabilité (bénéfice du bras de levier).

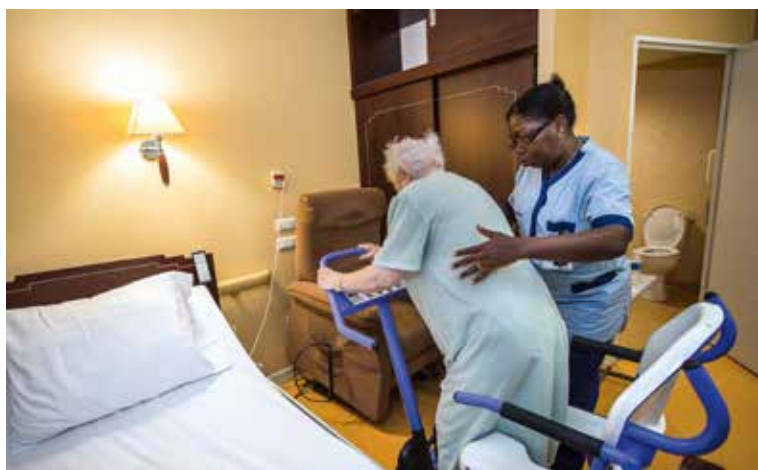
Freins

Les freins doivent être accessibles facilement à l'utilisateur quelle que soit sa position, et ne pas entraîner de postures contraignantes telles que les flexions du dos.

Encombrement

Les équipements d'aide à la manutention de personnes sont la plupart du temps utilisés dans des espaces restreints et encombrés. La manœuvre peut alors être très compliquée et entraîner des efforts physiques importants, générer des postures inconfortables et augmenter le risque d'accident pour l'utilisateur professionnel et le bénéficiaire. Une attention particulière doit donc être portée à l'encombrement de l'équipement lors de sa conception. Son dimensionnement ne doit pas limiter la vision de la zone de travail dans laquelle l'utilisateur est amené à intervenir.





© Gael Kerbaol/INRS

Dans une maison de retraite, la chaise Milo® est utilisée pour sortir du lit une résidente et la placer dans son fauteuil.

roulement. Pour cela, les environnements dans lesquels l'équipement sera amené à évoluer doivent être correctement définis: revêtements de sol, exigüité des lieux...;

- définir une charge maximale en réalisant des essais sur les différents revêtements de sol communément utilisés dans les établissements de soins;
 - adjoindre, si possible, un dispositif d'assistance au démarrage et/ou au roulement, afin de réduire les sollicitations physiques importantes liées à la mise en mouvement de l'équipement;
 - déterminer un dimensionnement (hauteur, longueur, diamètre, espacement) et un positionnement appropriés des poignées;
 - intégrer un système de freinage qui soit accessible facilement à l'utilisateur quelle que soit sa position.
- Cette démarche de conception doit se poursuivre jusqu'à la mise en service de l'équipement. Elle sera accompagnée d'une réflexion sur l'implantation et l'utilisation de l'équipement en situation réelle, afin de s'assurer de:

- son appropriation, en évaluant la facilité de cette appropriation par l'utilisateur;
- son utilité, en cherchant à appréhender si le

dispositif permet de réaliser la tâche de manière optimale;

- son « utilisabilité », en s'interrogeant sur la facilité d'emploi de l'équipement;
- son impact sur les stratégies opératoires de l'utilisateur, sur le collectif de travail (collaboration entre collègues, répartition des tâches...) et sur l'environnement;
- sa sécurité, en évaluant les risques pour l'utilisateur, le bénéficiaire et leur environnement.

Ces différents éléments peuvent être anticipés en intégrant du personnel utilisateur dans le groupe de travail.

Une analyse globale de la situation de travail doit permettre la conception, l'intégration et l'utilisation d'aides techniques adaptées à l'environnement (espace, encombrement, revêtement de sol...), aux caractéristiques de l'utilisateur et aux capacités physiques, cognitives et psychiques du patient/résident. La méthode d'analyse de la charge physique de travail pour le secteur sanitaire et social (brochure INRS ED 6291) [10] peut aider les concepteurs et les utilisateurs à évaluer globalement la situation de travail dans laquelle sera intégré l'équipement d'aide à la manutention des personnes.

L'efficacité de l'utilisation de ces équipements pour réduire la charge physique de travail est largement soumise à des facteurs liés à l'organisation du travail. Ainsi, le choix des équipements, les formations spécifiques qui les accompagnent, les espaces de travail dans lesquels ils seront utilisés, leurs lieux de stockage, les distances à parcourir, le temps accordé à leur emploi et leur entretien conditionnent leur utilisation efficace. ●

1. *Établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes.*

2. *Tableau 57: Affections périarticulaires provoquées par certains gestes et postures de travail.*

3. *Un sol résilient est un sol capable de reprendre sa forme initiale après avoir subi une compression (exemples: linoléum, caoutchouc, PVC...).*

BIBLIOGRAPHIE

[1] Directive 93/42/CEE du Conseil, du 14 juin 1993, relative aux dispositifs médicaux, modifiée par la directive 2007/47/CE du 5 septembre 2007.

[2] Norme internationale: NF EN ISO 10535. Lève-personnes pour transférer des personnes handicapées - Exigences et méthodes d'essai. Mars 2007.

[3] NF EN ISO 12100: Sécurité des machines - Principes généraux de conception - Appréciation du risque et réduction du risque. Décembre 2010.

[4] Série NF EN 1005- 1 à 5. Sécurité des machines - Performance physique humaine.

[5] Norme française NF X 35-109: Ergonomie - Manutention manuelle de charge pour soulever, déplacer et pousser/tirer. Méthodologie d'analyse et valeurs seuils (manutention manuelle d'objets). Octobre 2011.

[6] NF ISO 11228- 1 à 3: Ergonomie - Manutention manuelle.

[7] *Conception des machines et ergonomie. Une démarche pour réussir l'intégration des exigences du travail.* INRS, ED 6154, 2013.

[8] NF ISO 11228-2: Ergonomie - Manutention manuelle - Partie 2: actions de pousser et de tirer. Avril 2007.

[9] NF EN ISO 14738: Sécurité des machines - Prescriptions anthropométriques relatives à la conception des postes de travail sur les machines. Novembre 2008.

[10] *Méthode d'analyse de la charge physique de travail. Secteur sanitaire et social.* INRS, ED 6291, 2017.