

CONGRÈS SELF 2003
MODELES ET PRATIQUES DE L'ANALYSE DU TRAVAIL
1988-2003, 15 ans d'évolution
Actes du XXXVIIIème Congrès de la SELF
Paris, 24-26 septembre 2003

***ÉVALUATION DE LA CHARGE DE TRAVAIL A L'AIDE
DES ECHELLES DE BORG***

E. PHAN CHAN THE*,
J.-P. MEYER**,
H.-J. SMOLIK***
* A.M.E.T.,
** I.N.R.S.,
*** I.M.T.E.B.F.C.

INTRODUCTION

La démarche d'évaluation du risque mise en place par l'Union Européenne dès la fin des années 80 (Directive 89/391/CEE du 12 juin 1989) est entrée dans une phase d'action par le décret sur l'évaluation du risque qui s'applique dès novembre 2002 (Décret no 2001-1016 du 5 novembre 2001). Il existe différentes méthodes pour évaluer la contrainte physique de travail. Des indicateurs objectifs tels que fréquence cardiaque, pression artérielle, dépense énergétique, ventilation pulmonaire sont utilisés pour évaluer la charge de travail globale. Ils peuvent être associés à des enregistrements électromyographiques comme indicateurs de charge locale. Ces outils d'évaluation objective de la charge de travail restent compliqués à utiliser pour les préventeurs de terrain. Les contraintes professionnelles peuvent aussi être évaluées par des indicateurs subjectifs d'astreinte tels que les échelles de Borg qui sont largement utilisées en milieu sportif, médical et professionnel (Borg 1998). L'avis des salariés et sa quantification à l'aide d'une échelle reconnue enrichissent de façon incontournable l'évaluation du risque. Il existe deux échelles de Borg ; le RPE (Ratings of Perceived Exertion) et le CR10 (Category Ratio scale).

Ce travail cherche à montrer les intérêts et les limites de l'évaluation de la charge de travail à l'aide des échelles de Borg. Ces 2 échelles ont évolué dans le temps.

ÉCHELLES DE BORG

Le RPE a été construit pour être lié de façon linéaire à la fréquence cardiaque au cours d'un exercice sur ergocycle. Cette relation, étendue à la course à pied, est de la forme :

$$FC = RPE \times 10$$

Cette équation a été souvent discutée par la suite dans de multiples situations avec différents sujets et des conditions expérimentales et environnementales variées, puisque les causes de variation de la FC sont multifactorielles (âge, genre, environnement physique, état d'anxiété et de santé en général, etc.). La première publication en français de cette échelle remonte à 1987 (Meyer et al. 1987). C'est cette traduction du CR-10 qui est utilisée au cours de cette étude. Le CR-10 est, comme son nom l'indique une échelle de 0 à 10. La figure 1 présente les deux échelles de Borg selon la version la plus récente (Borg 1998).

(*) Association pour la prévention et la Médecine du Travail – Service Pluridisciplinarité

(**) Institut National de Recherche et de Sécurité – Laboratoire de Physiologie du Travail

(***) Institut de Médecine du Travail et d'Ergonomie de Bourgogne et de Franche Comté – Département Bourgogne Ergonomie

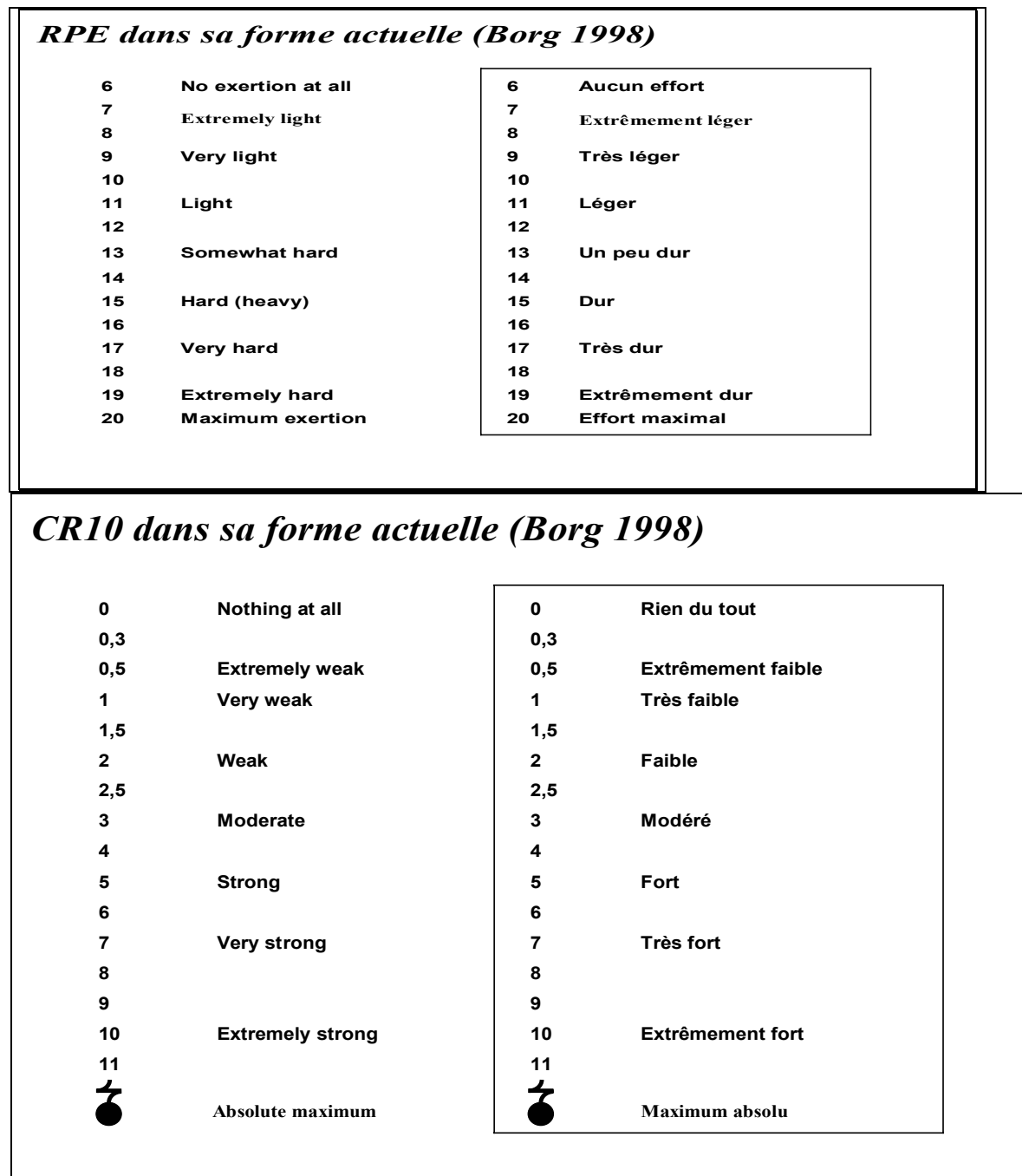


Figure 1. Échelles RPE et CR10 dans leur forme actuelle (1998).

MÉTHODOLOGIE

Ce travail présente une étude en laboratoire et une étude sur le terrain.

Des méthodes objectives, pression artérielle (PA) et fréquence cardiaque (FC), et subjectives (CR10) d'évaluation de la charge de travail ont été utilisées.

a) L'étude en laboratoire quantifie les astreintes cardiovasculaires et subjectives développées par 30 sujets jeunes (15 Femmes et 15 Hommes) au cours de 7 tests d'endurance statique appliqués à différents groupes musculaires du membre supérieur dominant. Les sujets sont étudiants dans une faculté de sport (U.F.R. STAPS), leurs principales caractéristiques anthropométriques sont notées dans le tableau 1.

(*) Association pour la prévention et la Médecine du Travail – Service Pluridisciplinarité

(**) Institut National de Recherche et de Sécurité – Laboratoire de Physiologie du Travail

(***) Institut de Médecine du Travail et d'Ergonomie de Bourgogne et de Franche Comté – Département Bourgogne Ergonomie

	Moyennes (écart-type)			
	Hommes (n=15)		Femme (n=15)	
Age (années)	20,7 (1,4)		20,0 (0,9)	
Poids* (Kg)	70,1 (7,3)		59,9 (6,1)	
Taille* (m)	1,77 (0,07)		1,67 (0,07)	
IMC (kg/m2)	22,5 (2,38)		21,5 (2,20)	
Circonférence de l'avant-bras* (cm)	Gauche	Droit	Gauche	Droit
	26,4 (1,4)	27,2 (1,4)	23,6 (1,1)	24,3 (0,9)

(*) Différence statistique significative entre les valeurs moyennes des femmes et des hommes ($p < 0,05$).

Tableau 1 : Valeurs moyennes et écart-type entre parenthèses de l'âge et des principales caractéristiques anthropométriques des 30 sujets.

Le recueil des astreintes cardiovasculaires et du CR10 est fait à 30 secondes puis toutes les minutes jusqu'à l'épuisement des sujets. Les données cardio-vasculaires ne sont présentées que très brièvement dans ce travail.

b) L'étude en situation de travail a été effectuée dans un abattoir de porcs. Les astreintes subjectives ont été recueillies à 5 reprises (environ toutes les 2 h) au cours du travail chez 11 désosseurs (11 H) et de 10 pareurs (7 F + 3 H). L'échelle CR-10 de Borg était présentée aux salariés à leur poste de travail avec recueil oral rapide de leurs réponses pour 7 zones du corps (cou, épaules droite et gauche, dos, l'ensemble avant-bras et main droite et gauche et les membres inférieurs). Ces zones sont représentées sur un dessin d'un mannequin stylisé (Roméo, figure 2).

Les objectifs et le déroulement de l'étude ont été présentés aux salariés le matin avant la prise de poste. Ainsi, au moment voulu, l'expérimentateur présentait "roméo" au salarié et celui-ci donnait oralement la cotation de la difficulté du travail pour chaque zone. L'expérimentateur notait les réponses sur un support à part pour que le salarié ignore ses réponses antérieures. Les salariés n'ont eu aucune difficulté avec ce type de questions.

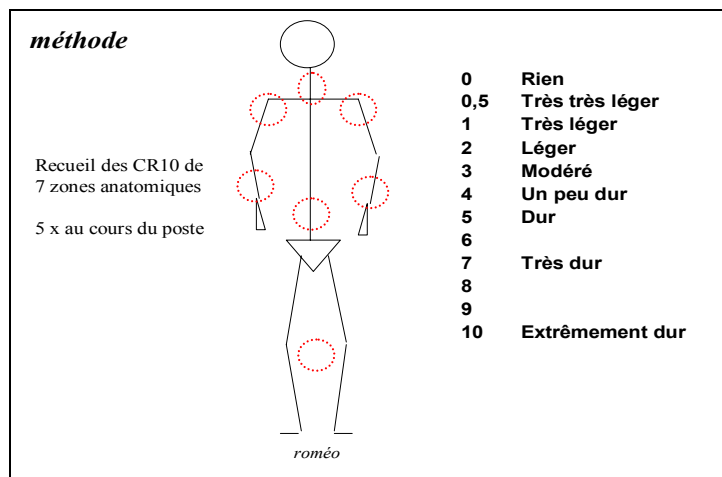


Figure 2: "Roméo", le mannequin qui permet de présenter le CR10 pour les 7 zones anatomiques. La version présentée aux salariés est de taille A4 et chaque rond pointillé comporte une échelle CR10.

L'observation de chaque poste de travail est complétée par un enregistrement vidéo de chaque tâche après accord préalable des opérateurs.

(*) Association pour la prévention et la Médecine du Travail – Service Pluridisciplinarité

(**) Institut National de Recherche et de Sécurité – Laboratoire de Physiologie du Travail

(***) Institut de Médecine du Travail et d'Ergonomie de Bourgogne et de Franche Comté – Département Bourgogne Ergonomie

RESULTATS

Étude de laboratoire

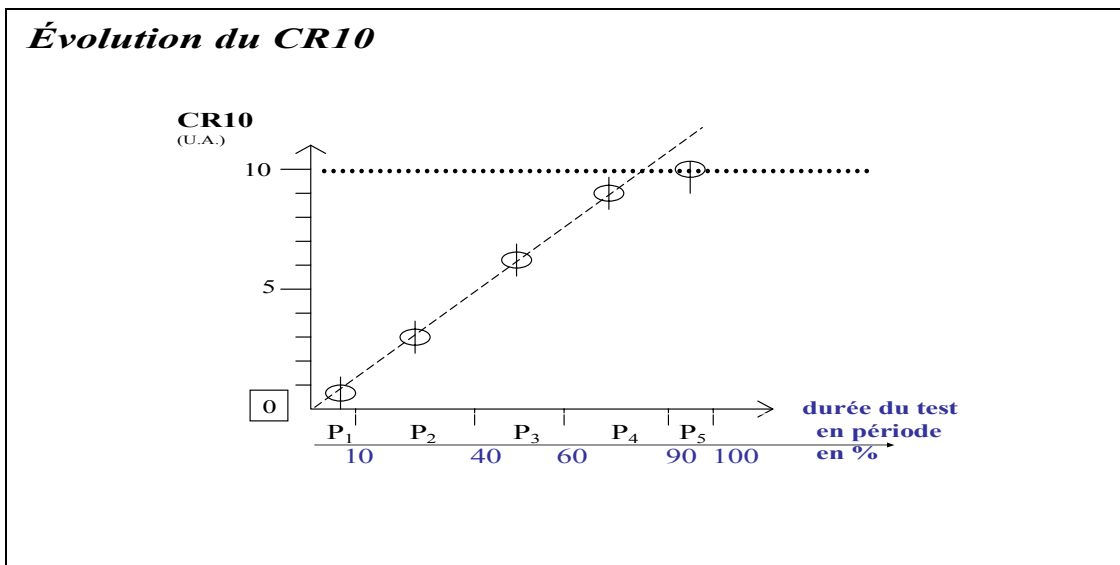


Figure 2. Représentation graphique de la droite de régression linéaire de l'évolution du CR10 en fonction de la durée des tests en pour cent de la durée totale ($p < 0,01$; $r = 0,88$; erreur-type=1,4); et représentation graphique de la relation entre le CR10 et la durée des tests en pour cent. Cette durée des tests en pour cent est découpée en 5 périodes notées de P1 à P5.

Les paramètres subjectifs augmentent linéairement au cours des tests jusqu'à leurs maxima. Le coût subjectif est de 10 sur l'échelle de Borg CR10 à 84 % du temps d'endurance (Fig. 2). Les astreintes cardiovasculaires augmentent également linéairement au cours des tests jusqu'à leurs maxima. Les coûts physiologiques maxima sont de 20 à 36 bpm pour la fréquence cardiaque et 22 à 33 mmHg pour la pression artérielle.

L'évolution des paramètres subjectifs et objectifs sont liés aux tests ($p < 0,01$) mais au genre que pour la pression artérielle ($p < 0,01$). FC et CR10 sont donc justes « test-dépendants ».

CR10 (U.A.)	Nombre de valeurs (n) *	Valeur moyenne de DT (e-t)
0	36	2,5 (2,2)
1	62	12 (1,7)
2	119	16 (1,2)
3	145	22 (1,1)
4	130	31 (1,2)
5	110	41 (1,3)
6	82	45 (1,5)
7	111	59 (1,3)
8	68	63 (1,6)
9	85	68 (1,4)
10	311	84 (0,7)

Tableau 2 : Durée moyenne des tests (DT) et erreur-type entre parenthèses en pourcentage du temps total de celui-ci pour des valeurs du CR10 comprises entre 0 et 10 (Unité Arbitraire ou U.A.). Pour chaque valeur CR10, le nombre de données (n) recueillies à chaque niveau de CR10 n'est pas identique et est donné à titre indicatif.

(*) Association pour la prévention et la Médecine du Travail – Service Pluridisciplinarité

(**) Institut National de Recherche et de Sécurité – Laboratoire de Physiologie du Travail

(***) Institut de Médecine du Travail et d'Ergonomie de Bourgogne et de Franche Comté – Département Bourgogne Ergonomie

Les résultats du tableau 2 montrent qu'à un CR10 à 4, en terme de temps, correspond au tiers de l'endurance. De même, un CR10 à 10 correspond, en moyenne, à 84 % du temps d'endurance. Ils permettent ainsi de prévoir la durée en temps de test restante.

Étude de terrain

Comme le montre les données du tableau 3, le CR10 augmente significativement pour les membres supérieurs dans leur ensemble. Les variations locales (avant-bras ou épaule et cou) ne sont pas significatives.

Augmentation du CR10 au cours de la journée

Ensemble des salariés		
localisation	Matin (n=62)	Après-midi (n=35)
2 AvB	2,0 (0,4)	3,0 (0,6)
AvBD	2,4 (0,7)	3,6 (0,8)
AvBG	1,7 (0,4)	2,4 (0,6)
MSD	1,4 (0,4) *	3,6 (0,8) *
MSG	0,7 (0,2) *	2,2 (0,6) *

*** = p < 0,01**

Tableau 3 : Valeurs moyennes et erreur-type entre parenthèse du CR10 pour l'ensemble des salariés le matin (col. 2) et l'après-midi (col.3).

CR10 des pareurs et des désosseurs

	PAREURS (n=49)	DESOSSEURS (n=48)
2 AvB	2,0 (0,3)	2,8 (0,5) *
AvBD	2,4 (0,4)	3,2 (0,6) *
AvBG	1,6 (0,3)	2,4 (0,5) *
Dos	1,8 (0,3)	2,6 (0,6) *
2 MI	2,1 (0,6)	0,7 (0,2) *
MSD	2,2 (0,2)	2,8 (0,4)
MSG	0,9 (0,2)	2,1 (0,4) *

*** = p < 0,01**

Tableau 4 : Valeurs moyennes et erreurs-type entre parenthèses du CR10 sur toute la journée chez les pareurs et chez les désosseurs.

Les résultats du tableau 4 montrent que :

- les tâches de désossage sont perçus plus pénibles que celles du parage par les opérateurs ;
- le travail en position debout semble moins bien toléré par les femmes (7 F) ;
- lorsque le travail est ressenti comme pénible, le dos est également touché.

(*) Association pour la prévention et la Médecine du Travail – Service Pluridisciplinarité

(**) Institut National de Recherche et de Sécurité – Laboratoire de Physiologie du Travail

(***) Institut de Médecine du Travail et d'Ergonomie de Bourgogne et de Franche Comté – Département Bourgogne Ergonomie

DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans les conditions de ces 2 études, l'échelle de Borg CR10 permet de mettre en évidence de façon simple : **1)** l'évolution de la fatigue au cours d'un test d'endurance, **2)** l'activité professionnelle la plus dure (désossage), **3)** les zones anatomiques les plus exposées. Les échelles de Borg peuvent être proposées en première intention comme une méthode d'évaluation ergonomique subjective de la charge de travail. Elles peuvent être complétées secondairement si nécessaire par des méthodes objectives d'évaluation classique. Dans l'expérience de laboratoire, le CR10 a permis de prévoir la fin des tests d'endurance. Parallèlement et dans cet exemple précis, les valeurs de coût cardiaque et de pression artérielle mesurées sont peu contributives pour avoir avec aisance le même type de prédiction. Au niveau du collectif de travail, ces échelles peuvent être un outil de dépistage précoce de certains systèmes d'organisation de travail à risque potentiel pour la santé des salariés. Leur utilisation impose de questionner au moins 5 salariés. A l'échelle de l'individu, elles peuvent être un outil pour dépister certaines situations de travail à risque. Son utilisation est aisée au cours des consultations médico-professionnelles périodiques et en milieu professionnel dans le cadre du tiers-temps. Les intérêts et les limites des échelles de Borg sont qu'elles reposent sur l'évaluation subjective de la charge de travail. Enfin cette démarche d'évaluation des risques s'inscrit totalement dans le cadre de la pluridisciplinarité. Celle-ci est devenue obligatoire depuis la promulgation de la loi de modernisation sociale (n° 2002-73 du 17 janvier 2002). Cette obligation est conforme aux recommandations européennes plus anciennes (Directive 89/391/CEE du 12 juin 1989).

BIBLIOGRAPHIES

- BORG G. Borg's perceived exertion and pain scale. USA, Human Kinetics, 1998 -1 vol. 112 p.
- MEYER J.-P., DIVRY G., HORWAT F. Modèle du coût physiologique du transport de charges. Le travail humain, 1987, tome 50, n° 1, 63-79.
- MEUNIER P., SMOLIK H.-J., KNOCHE C. Astreinte cardiaque et travail. Quelle grille d'évaluation choisir ? CAMIP, 1994, 2, 153-158.
- Monod H., Kapitaniak B. Ergonomie (1^{ère} édition). Paris : Masson, 1999 - 1 vol., 282 p.
- PHAN CHAN THE E. Intérêts et limites de l'évaluation de la charge de travail à l'aide des échelles de Borg. [Thèse de Doctorat de Médecine](#), Nancy, 2002, 133 p.
- TURPIN-LEGENDRE E., MEYER J.-P. Mise au point de batteries de tests pour évaluer les capacités fonctionnelles du membre supérieur d'une population de salariés. Document pour le médecin du travail, 2000, 1^{er} trimestre, n°81, 21-30.

(*) Association pour la prévention et la Médecine du Travail – Service Pluridisciplinarité

(**) Institut National de Recherche et de Sécurité – Laboratoire de Physiologie du Travail

(***) Institut de Médecine du Travail et d'Ergonomie de Bourgogne et de Franche Comté – Département Bourgogne Ergonomie