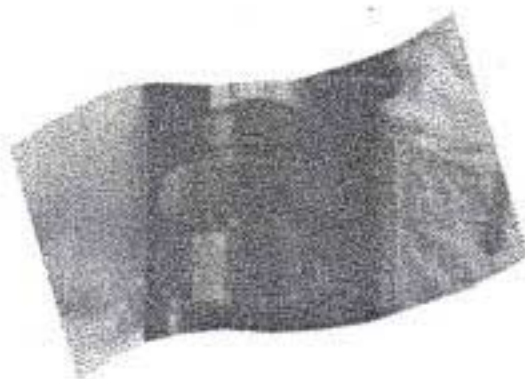


**Évaluation comparative
en milieu de travail
du capteur CIP-10**



**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Yves Cloutier

Juillet 1988

R-021

RÉSUMÉ



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

**Détermination
des caractéristiques
acoustiques optimales
des alarmes de recul**

Yves Cloutier
Programme soutien analytique, IRSST

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

RAPPORT

Évaluation comparative en milieu de travail du capteur CIP-10

Facteur de risque:

L'exposition aux aérosols solides.

Groupe de travailleurs concerné:

Les travailleurs exposés aux aérosols solides.

1.0 INTRODUCTION

Le capteur CIP-10, qui fait l'objet de la présente étude, est en quelque sorte une version miniaturisée du capteur français de poussières respirables le CPM-3. Les solutions qu'il offre à certains problèmes rencontrés lors de l'échantillonnage de poussières, notamment celui de la mauvaise adhésion des particules sur les membranes filtrantes et celui des phénomènes de dépôts sur les parois des cassettes ont rapidement suscité le besoin de le confronter à nos techniques habituelles de prélèvements.

Le système d'échantillonnage avec cassette utilisé le plus fréquemment pour l'évaluation de la fraction respirable d'un aérosol, consiste en une pompe assez volumineuse fixée à la ceinture du travailleur et reliée par un tube flexible à une cassette munie d'un cyclone de 10 mm en nylon du type Dorr-Oliver. Dans ce montage, le cyclone élimine les plus grosses particules ($> 10 \mu\text{m}$) et permet de recueillir sur le filtre de la cassette, placée en aval du cyclone, la fraction respirable des poussières, c'est-à-dire celles qui se seraient déposées au niveau alvéolaire des poumons du travailleur. Rappelons ici que la masse des poussières recueillies à l'aide d'un cyclone 10 mm en nylon opéré à 1,7 l/min, se rapproche de la fraction respirable calculée d'après la courbe de déposition pulmonaire de l'ACGIH et de l'AEC².

Le CIP-10, mis au point par le CERCHAR (Centre d'études et de recherches de charbonnages de France) est compact et léger. Il apparaît à prime abord, mieux adapté à l'échantillonnage personnel que les systèmes traditionnels à cassette. En effet, ses dimensions restreintes et son poids minimal permettent de le localiser facilement dans la zone respiratoire d'un travailleur, sans que cela nuise à ses activités.

Toutes les références bibliographiques sont inscrites à la fin du présent document.

Des chercheurs du CERCHAR et de l'INRS ont montré que la fraction de l'aérosol retenue au niveau de la mousse rotative de cet appareil se rapproche de la fraction respirable des poussières, calculée selon la courbe d'inspirabilité ISO-BMRC³.

L'objectif principal de ce projet est de comparer, directement en industrie, l'échantillonneur CIP-10 à la technique de prélèvement des poussières respirables utilisant un cyclone et une cassette.

Le deuxième objectif est de vérifier la possibilité d'utiliser en plus le CIP-10 en tant qu'échantillonneur de poussières totales.

Les essais qui font l'objet du présent rapport ont porté sur le prélèvement de quatre types de poussières, c'est-à-dire le quartz, le bois, le ciment et l'alumine.

Dans chacun des cas, une évaluation systématique de la fraction totale et de la fraction respirable de l'aérosol a été pratiquée, même si en pratique il est d'usage de ne prélever qu'une de ces fractions. Cette façon de procéder a permis de comparer les masses recueillies par le CIP-10 et par les systèmes avec cassettes et ainsi de confronter pondéralement ces deux méthodes de prélèvement des poussières.

2.0 DESCRIPTION DES SYSTÈMES D'ÉCHANTILLONNAGE

2.1 CIP-10

L'échantillonneur personnel de poussières CIP-10 est manufacturé actuellement par HTML en France. Les modèles utilisés dans ce projet pour faire les prélèvements ont été fabriqués par MSA (France).

Le CIP-10 (Figure I) consiste en un bloc hexaédrique, contenant un moteur (I-7), un système de régulation (I-9) et deux groupes de trois piles (I-8) disposés de part et d'autre du moteur⁴. Ce bloc est surmonté d'une coiffe à géométrie cylindrique qui comporte deux parties détachables.

L'aérosol pénètre dans le sélecteur (I-1) du CIP-10 par des orifices que protège le chapeau (I-2) de l'appareil. Les plus grosses particules de l'aérosol sont éliminées dès leur entrée par impaction en traversant la première coupelle (I-3). L'aérosol traverse ensuite le bloc de mousse statique (I-4) du sélecteur. La fraction restante de l'aérosol traverse alors l'orifice du carter cylindrique (I-10), et est entraîné par centrifugation à travers la mousse de la coupelle rotative (I-5) qui est fixée sur l'axe du moteur (I-7) et qui le débarrasse en quasi-totalité de ses particules. L'aérosol résiduel est expulsé de l'appareil par deux fentes (I-6) situées de part et d'autre du

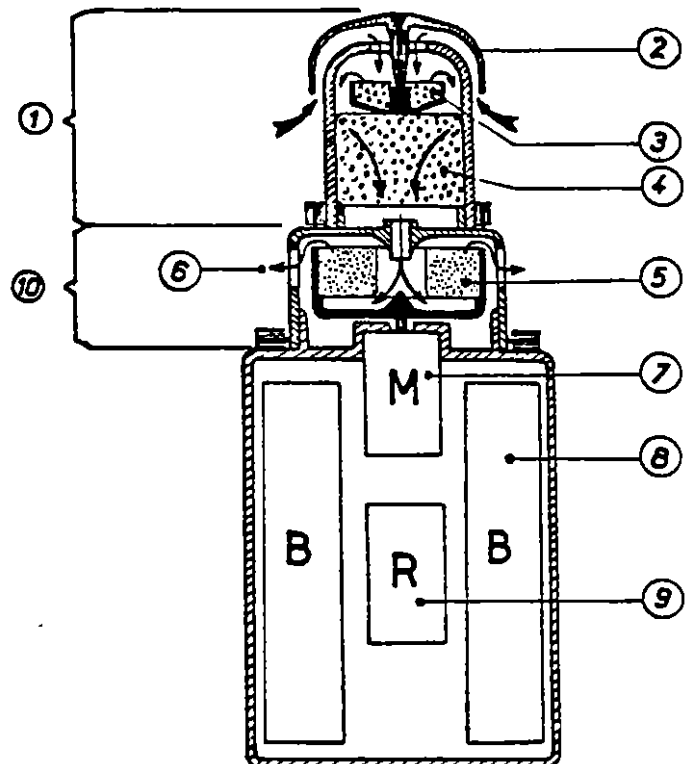
carter. La rotation à haute vitesse de la mousse de la coupelle rotative multiplie son pouvoir de filtration, génère par effet centrifuge le débit de 10 l/min caractérisant l'appareil et permet de recueillir la fraction respirable de l'aérosol.

Le CIP-10 recueille les poussières sur des mousses de polyuréthane plutôt que sur des filtres ou des membranes, comme dans le cas des échantillonnages avec cassettes.

2.2 Systèmes traditionnels avec cyclone de 10 mm en nylon

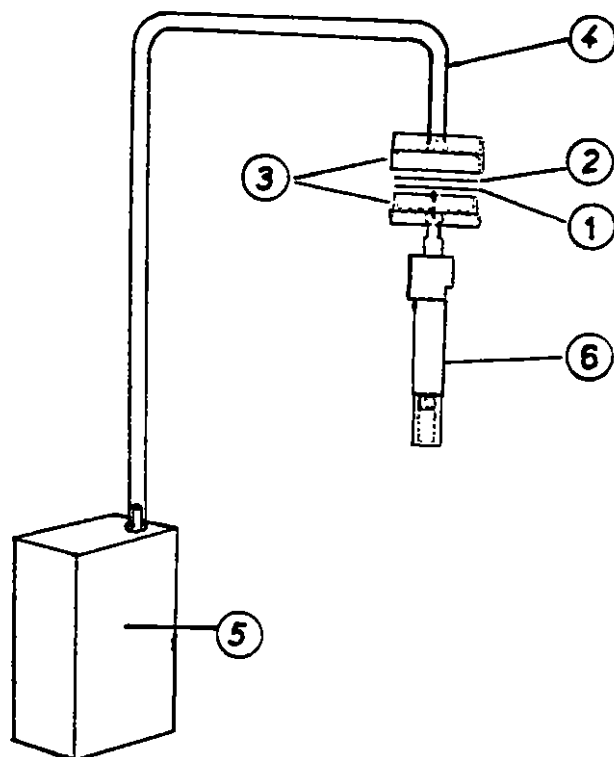
Les systèmes (Figure II) que nous utilisons au Québec⁵ pour l'évaluation des différentes fractions d'un aérosol ont comme élément de base une membrane filtrante (II-1). Cette membrane est déposée sur un support (II-2) dans une cassette en plastique (II-3). On relie à l'aide d'un tube (II-4) flexible l'orifice de sortie de cette cassette à une pompe (II-5) qui aspire un débit de 1,0 à 4 litres à la minute. L'autre extrémité de la cassette sert alors d'entrée à l'aérosol dans le cas de l'échantillonnage des poussières totales, ou de point d'attache à un cyclone 10 mm en nylon (II-6) lors du prélèvement de la fraction respirable de l'aérosol. Dans ce dernier cas, le débit de la pompe doit être ajusté à 1,7 l/min.

SCHÉMA DU CIP-10 ET CIRCUIT D'AIR
Figure I



SYSTÈME D'ÉCHANTILLONNAGE AVEC CASSETTE

Figure II



3.0 PROCÉDURES EXPÉRIMENTALES

3.1 Méthode de pesée

Les systèmes coupelle/mousse et sélecteur/mousse ont été pesés avant et après chaque utilisation et leur masse corrigée selon la procédure décrite dans le manuel d'utilisation du CIP-10.

Les variations en masse respectives observées pour chacun de ces systèmes ont servi à déterminer les concentrations respirables et totales pour le CIP-10.

Les filtres utilisés lors de l'échantillonnage à l'aide des cassettes étaient des membranes de chlorure de polyvinyle d'une porosité de 0,8 microns. Ces filtres ont été pesés avant et après échantillonnage selon la méthode appliquée à l'IR SST⁵.

Pour chaque prélèvement d'une série d'échantillonnage, les rapports entre les concentrations respirables et totales mesurées par le CIP-10 et par les cassettes correspondantes ont été calculés et appelés facteurs comparatifs.

Ensuite, pour chaque série d'échantillonnage contenant en moyenne cinq prélèvements, la concentration moyenne et son écart-type ont été calculés et ont servi à évaluer, à l'aide du nombre de prélèvements, la précision sur la concentration moyenne, et ce pour la fraction respirable et totale de l'aérosol en question.

3.2 Protocole d'évaluation en usine

Lors des essais en industrie, cinq CIP-10 et dix pompes ont été utilisés. Chaque journée d'échantillonnage était divisée en deux séances de prélèvement. Durant les prélèvements, chaque CIP-10 était placé en poste fixe, à proximité des systèmes pompe-cassette et pompe-cassette-cyclone correspondants.

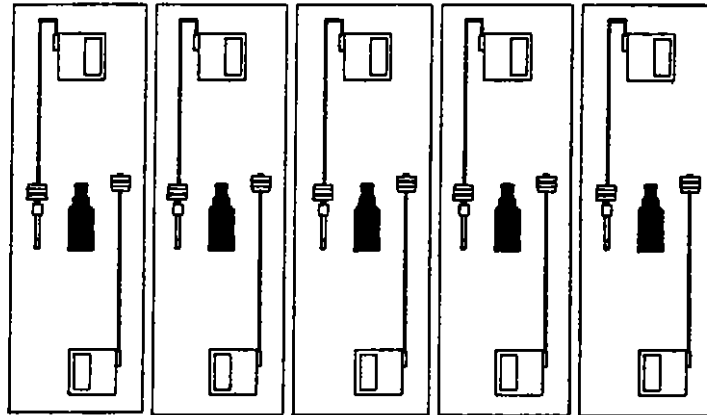
Tous les systèmes d'échantillonnage étaient installés en ligne (Figure III) sur une distance approximative de deux mètres. Les cassettes échantillonnant la poussière totale et la poussière respirable étaient disposées de part et d'autre de chacun des CIP-10. Les cassettes qui recueillaient la fraction totale de l'aérosol étaient fermées.

Le débit des pompes et des capteurs CIP-10 a été ajusté en laboratoire avant chaque visite en usine selon les méthodes standard⁵.

Six usines ont été visitées lors de la prise des échantillons: trois l'ont été pour le bois, une pour le ciment, une pour l'alumine et une autre pour le quartz.

DISPOSITION TYPIQUE DES CAPTEURS EN USINE

Figure III



4.0 RÉSULTATS

TABEAU A : CONCENTRATIONS RESPIRABLES ET TOTALES POUR L'ALUMINE

POUSSIÈRE RESPIRABLE									
SÉRIE	CASSETTE			CIP-10			CIP-10/CASSETTE		
	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	FC	Se	P (%)
1a	2,9	1,0	20,7	2,9	0,6	12,0	1,0	0,1	7,0
1c	8,1	1,5	8,1	12,9	1,3	4,3	1,6	0,3	9,1
1d	1,2	0,4	16,3	2,0	0,2	4,2	1,8	0,5	12,0

POUSSIÈRE TOTALE									
SÉRIE	CASSETTE			CIP-10			CIP-10/CASSETTE		
	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	FC	Se	P (%)
1a	25,0	8,7	15,4	34,4	3,9	5,1	1,6	0,9	24,7
1b	2,1	0,9	18,9	7,1	1,0	6,5	3,8	1,3	15,6
1c	81,9	14,7	8,0	116,5	7,7	2,9	1,4	0,2	7,0
1d	11,2	4,1	16,2	20,1	1,2	2,6	2,0	0,7	15,1

FC : Facteur comparatif
 C : Concentration
 Se : Écart-type estimé
 P : Précision

TABLEAU B : CONCENTRATIONS RESPIRABLES ET TOTALES POUR LE CIMENT

POUSSIÈRE RESPIRABLE									
SÉRIE	CASSETTE			CIP-10			CIP-10/CASSETTE		
	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	FC	Se	P (%)
1a	11,8	0,5	2,1	18,0	0,7	1,8	1,5	0,1	4,1
1b	13,0	1,1	4,2	19,5	1,0	2,6	1,6	0,1	4,0
2a	5,5	0,3	2,7	6,8	0,3	2,0	1,2	0,1	3,1
2b	1,7	0,1	2,9	1,8	0,03	1,4	1,1	0,1	4,3

POUSSIÈRE TOTALE									
SÉRIE	CASSETTE			CIP-10			CIP-10/CASSETTE		
	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	FC	Se	P (%)
1a	39,1	1,1	1,4	61,2	4,6	3,7	1,6	0,1	1,9
1b	43,9	2,4	2,7	64,6	2,8	2,2	1,5	0,2	5,1
2a	28,3	5,7	10,2	31,9	3,0	4,7	1,2	0,3	11,2
2b	9,6	1,9	10,1	12,4	1,4	5,5	1,4	0,4	13,7

FC : Facteur comparatif

C : Concentration

Se : Écart-type estimé

P : Précision

TABLEAU C : CONCENTRATIONS RESPIRABLES ET TOTALES POUR LE QUARTZ

POUSSIÈRE RESPIRABLE									
SÉRIE	CASSETTE			CIP-10			CIP-10/CASSETTE		
	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	FC	Se	P (%)
1a	2,0	0,2	5,4	2,5	0,2	4,1	1,3	0,1	4,6
1b	2,1	0,3	5,4	2,7	0,2	2,5	1,3	0,1	3,2
1c	2,0	0,3	7,1	2,6	0,1	1,6	1,3	0,2	7,7

POUSSIÈRE TOTALE									
SÉRIE	CASSETTE			CIP-10			CIP-10/CASSETTE		
	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	FC	Se	P (%)
1a	4,7	0,4	3,7	6,4	0,7	4,6	1,4	0,2	7,4
1b	4,9	0,3	2,7	7,2	0,5	2,9	1,5	0,2	6,2
1c	4,9	0,8	7,4	10,0	1,7	7,5	2,1	0,4	8,5

TABLEAU D : CONCENTRATIONS TOTALES POUR LE BOIS

POUSSIÈRE TOTALE									
SÉRIE	CASSETTE			CIP-10			CIP-10/CASSETTE		
	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	C mg/m ³	Se mg/m ³	P (%)	FC	Se	P (%)
1a	4,0	0,7	11,7	6,1	0,4	3,9	1,5	0,3	12,1
1b	3,4	0,5	6,2	4,7	0,6	5,5	1,4	0,3	8,2
2a	2,6	0,6	10,0	7,9	0,6	3,1	3,2	0,8	10,7
2b	4,2	0,7	6,9	15,2	1,7	5,0	3,7	0,8	9,8
3a	10,6	15,7	73,6	17,2	20,5	65,6	2,1	0,7	17,5
3b	6,4	4,0	28,0	10,4	5,7	24,6	1,7	0,4	11,4

FC : Facteur comparatif

C : Concentration

Se : Écart-type estimé

P : Précision

TABLEAU E: TABLEAU SYNTHÈSE DES FACTEURS COMPARATIFS MOYENS

TYPE DE POUSSIÈRE	FACTEUR COMPARATIF MOYEN			
	POUSSIÈRE TOTALE FC (P)		POUSSIÈRE RESPIRABLE FC (P)	
ALUMINE	2,2	(12,6 %)	1,6	(8,7 %)
CIMENT	1,4	(4,7 %)	1,4	(3,9 %)
QUARTZ	1,6	(6,4 %)	1,3	(3,1 %)
BOIS	2,3	(8,7 %)	---	---

FC : Facteur comparatif

P : Précision

Pour l'ensemble des échantillons, le CIP-10 a prélevé une concentration plus importante de poussières respirables que les systèmes avec cassette. D'après les résultats, le facteur établi en effectuant une moyenne arithmétique de tous les facteurs comparatifs est de 1,4 pour les poussières respirables et de 1,9 pour les poussières totales (Tableau E). Si on prend en considération leur précision, tous les facteurs comparatifs moyens pour la fraction respirable (Tableau E) se rapproche de la moyenne arithmétique de 1,4 indiquant bien que le CIP-10 mesure des concentrations en poussières respirables 40 % plus élevées que le cyclone/cassette. Toutefois, les résultats des facteurs comparatifs pour les poussières totales ne pourraient pas être regroupés. En effet, un facteur de 2,3 semble s'appliquer pour l'alumine et le bois et un facteur de 1,5 pour le ciment et le quartz.

5.0 DISCUSSION

Afin de juger de l'importance et de la signification du facteur comparatif, les paramètres susceptibles de le faire varier doivent faire l'objet de diverses considérations. Ce facteur correspond au rapport entre les concentrations mesurées par l'échantillonnage à l'aide du CIP-10 et l'échantillonnage avec cassette. Le facteur moyen de 1,4 pour les poussières respirables et de 1,9 pour les poussières totales, établi par les mesures sur le terrain, représente à prime abord une sur-évaluation du CIP-10 par rapport aux cassettes. Par contre, la valeur absolue de ce facteur est discutable puisque d'une part, aucune méthode n'échantillonne de façon exacte la concentration et que d'autre part, l'échantillonnage vise à prélever les contaminants dont l'absorption par le travailleur provoque des effets spécifiques sur la santé. Idéalement, le système d'échantillonnage devrait donc reproduire le mode d'absorption du contaminant.

Dans le cas des poussières respirables, deux organismes internationaux, l'ACGIH et le BMRC, définissent les diamètres aérodynamiques des particules susceptibles d'atteindre la région alvéolaire du poumon⁹. Ces courbes s'appliquent à l'évaluation de l'exposition des travailleurs aux poussières fibrosantes. Les deux courbes ne sont pas identiques, il s'ensuit que mathématiquement, la concentration déterminée par un appareil recueillant la fraction respirable définie par la courbe de l'ACGIH serait de $0,8 \pm 0,1$ fois plus faible que celle d'un appareil recueillant la fraction définie par la courbe du BMRC^{7,10,11,12}.

Les figures VIII¹³ et IX¹⁴, publiées par le CERCHAR, montrent les courbes de partage du cyclone et du CIP-10 par rapport aux standards internationaux de l'ACGIH et du BMRC.

Aucun des capteurs ne simule parfaitement l'une des courbes de partage d'où l'impossibilité de choisir objectivement le meilleur capteur. Qualitativement, la figure IX indique clairement que le modèle de CIP-10 utilisé sous-

évalue les particules plus petites que 2 μm tandis que le cyclone sous-évalue les particules plus grosses que 5 μm . Étant donné l'importance des grosses particules en mesures pondérales, il est normal dans cette situation d'obtenir une sur-évaluation du CIP-10 par rapport au cyclone.

Dans le cas des poussières totales, maintenant définies poussières inspirables, les organismes internationaux ACGIH et ISO¹⁵ ont adopté encore une fois deux courbes différentes pour représenter la capacité d'inspiration en fonction du diamètre aérodynamique des particules (Figure X). Le capteur CIP-10 reproduit assez bien la courbe ISO pour des particules < 40-50 μm au delà duquel l'exposition est de plus en plus surévaluée selon la vitesse du vent¹⁶ comme le montre la figure X qui est tirée d'un document du CERCHAR et où on a ajouté la courbe ISO 1981.

Par contre, la cassette fermée sous-évalue systématiquement la concentration pour les particules > 6 μm à cause des pertes par déposition sur les parois¹⁷. De plus, l'efficacité de la cassette reproduit assez bien la fraction inspirable de la courbe ISO pour des vitesses de vent variant de 0,6 et 1,5 m/sec lors de l'échantillonnage mais la sous-évalue passablement pour des vitesses > 3,5 m/sec et pour les particules > 8 μm ¹⁸. Il n'est donc pas surprenant qu'un facteur comparatif de 1,9 ait été obtenu en moyenne entre le CIP-10 et la cassette fermée pour les poussières totales.

Le CIP-10 permet des échantillonnages plus précis que les cassettes. En effet, pour la majeure partie des séries d'échantillonnage, les facteurs de précision (P) pour le CIP-10 ont varié entre des valeurs légèrement inférieures aux valeurs obtenues pour les cassettes jusqu'à des valeurs pouvant en égaler le sixième.

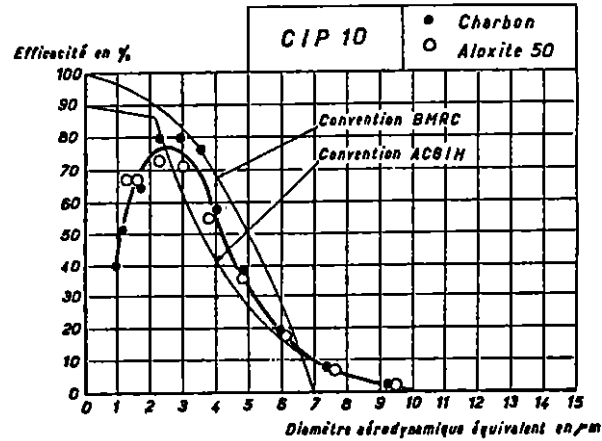
Cette amélioration de la précision s'explique principalement par le débit important du CIP-10 (10 l/min) qui permet de recueillir des quantités de poussières plus importantes: ce qui le rend moins sensible à l'effet des grosses particules.

6.0 CONCLUSION

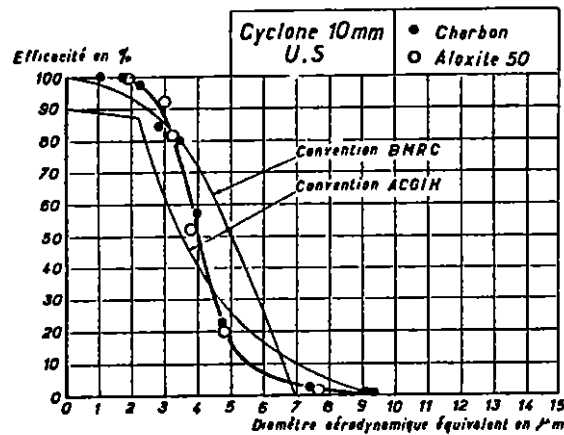
En résumé, la concentration en poussières respirables que prélève le CIP-10 est supérieure à celle que prélève le cyclone par un facteur moyen de 1,4. De la même façon, la concentration en poussières totales que prélève le CIP-10 est supérieure à celle que prélève une cassette par un facteur moyen de 1,9, lequel facteur varie selon le type de poussière.

Le CIP-10 a permis d'obtenir en général des prélèvements de poussières respirables plus précis que le cyclone. Par contre, l'évaluation de l'exactitude du prélèvement dépend de la courbe de partage qui représente l'absorption du contaminant par le travailleur.

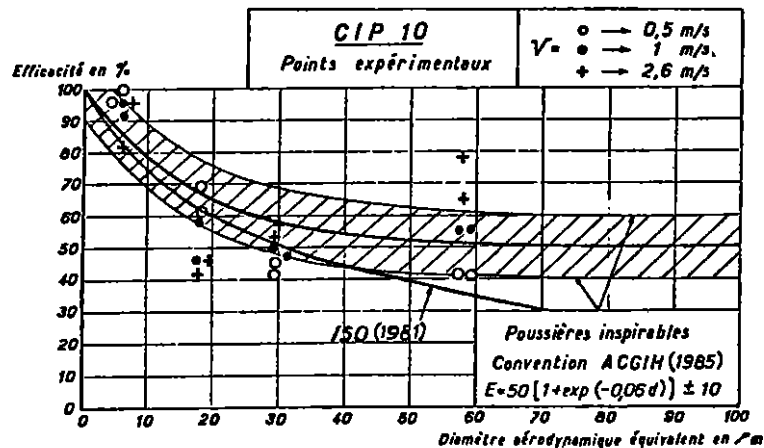
**COURBE DE PARTAGE DU CIP-10
(COMPARAISON AVEC LES STANDARD INTERNATIONAUX)**
Figure IV



**COURBE DE PARTAGE DU CYCLONE 10 MM AMÉRICAIN
(COMPARAISON AVEC LES STANDARD INTERNATIONAUX)**
Figure V



**EFFICACITÉ DE LA TÊTE D'ASPIRATION DU CIP-10
(COMPARAISON AVEC LES STANDARD INTERNATIONAUX
POUR LES POUSSIÈRES INSPIRABLES)**
Figure VI



Références citées:

1. NATIONAL SAFETY COUNCIL, «Fundamentals of Industrial Hygiene», (2nd edition), Chicago, U.S.A. 1979, p. 174.
2. ACGIH, «Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants», (5th edition), U.S.A. 1978, p. G. 16.
3. LUI, PUI and FISSAN, «Aerosols: Science, Technology and Industrial Applications of Airborne Particles», Elsevier, New-York, U.S.A. 1984, p. 521.
4. CERCHAR, «Manuel d'utilisation du CIP 10», Verneuil-en-Halatte, France, [s.d.], p. 22.
5. IRSST, «Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail», Montréal, Canada, 1986.
6. TREMBLAY, L.M, CHASSÉ, Y., «Introduction à la méthode expérimentale, Centre éducatif et culturel», Montréal, Canada, [s.d.].
7. WORKERS COMPENSATION BOARD OF BRITISH COLUMBIA, «Laboratory analytical methods», Richmond, B.C., Canada, 1984.
8. HINDS, W.C., «Aerosol Technology», Wiley Interscience Publication, New-York, U.S.A. 1982.
9. BEECKMANS, J.M., «Correction factor for size-selective sampling results based on a new computed alveolar curve», dans Annals of Occupational Hygiene, 1965, V8, p. 22.
10. MERCER, J.J., «Air sampling problems associated with the proposed lung model», Annual Bioassay and analytical chemistry meeting, Gatlinburg, Tennessee, U.S.A., 13 octobre 1966.
11. WATSON, H.H., «Dust sampling to simulate the human lung», British Journal of Industrial Medicine, 1953, Vol. 10, p. 53.
12. LYNCH, J.R., «Evaluation of size-selective presamplers: 1. Theoretical cyclone and elutriator relationships», American Industrial Hygiene Association Journal, 1970, v. 31, #5. p.p. 548-551.
13. CERCHAR, «Document CERCHAR P.C.87223», Verneuil-en-Halatte, France, [s.d.]
14. CERCHAR, «Document CERCHAR P.C.87224», Verneuil-en-Halatte, France, [s.d.].
15. VINCENT and al, «A new static Sampler for Airborne Total Dust in Workplaces», American Industrial Hygiene Association Journal, 1985, Vol. 46, #3, p.p. 127-133.

16. CERCHAR, «Document CERCHAR P.C.87211», Verneuil-en-Halatte, France, [s.d.].

17. FAIRCHILD, C.I., TILLERY, M.I., SMITH, J.P., VALDY, F.O., «Collection efficiency of field sampling cassettes», Los Alamos scientific laboratory, Los Alamos, New Mexico, 1980.

18. CHUNG, K.Y.K., OGDEN, T.L., VAUGHAN, N.P., «Wind effects on personal Dust samplers», Journal of Aerosol Science, 1987, Vol. 18, #2, p.p. 159-174.

Principale publication reliée à la recherche:

CLOUTIER, Yves, «Évaluation comparative en milieu de travail du capteur CIP-10», Annexe au rapport de recherche, Montréal, IRSST, 1988, 34 pages.

Liste des abréviations:

CIP:	Capteur individuel de poussières
ACGIH:	American Conference of Government Industrial Hygienist
AEC:	Atomic Energy Commission
HTMI:	Haute technologie mine et industrie
CERCHAR:	Centre d'études et recherche sur les charbonnages de France
INRS:	Institut national de recherche scientifique
ISO:	International Standard Organization
BMRC:	British Medical Research Council
MSA:	Mine Safety Appliances
C:	Concentration
M:	Masse
S:	Écart-type
P:	Précision
FC:	Facteur comparatif