

EVALUATION DU DEM₂₅ CHEZ 156 ENFANTS EXPOSES A LA POLLUTION AUTOMOBILE DANS LA MUNICIPALITE DE COTONOU.

Assessment of MEF₂₅ in 156 children displayed to automobile pollution in Cotonou municipality.

Messan F.¹, Lawani M. M.¹, Marqueste T²., Lounana J³., Aimihoue D¹., Metodakou A¹., Decherchi P²., Grélot L².

¹ : Laboratoire APS et Motricité INJEPS, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 169, Porto-Novo, Bénin ; ² : Institut des Sciences du Mouvement: Etienne-Jules MAREY (UMR CNRS 6233) Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II-France) ; ³ : Médecine et Biologie du Sport, Pneumologie. Place Victor Pauchet 80000 Amiens – France.

Correspondance à: Dr Folly MESSAN 01 BP: 169 Porto-Novo, Bénin. Tel: 00229 90935754. Mail: messfly@yahoo.fr

RESUME

BUT : Évaluer les risques de perturbations des voies aériennes respiratoires distales chez des enfants exposés aux polluants automobiles.

MATERIEL ET METHODES : L'étude a porté sur 156 écoliers retenus par tirage au sort en groupes « Plus Exposés » et « Moins Exposés », séparés respectivement de 15 mètres et de 150 mètres d'un trafic routier dense. Les enfants des deux groupes ont été soumis aux tests d'exploration fonctionnelle respiratoire (EFR) avant et après un test d'effort qui a consisté à réaliser une série de flexions/extensions des genoux jusqu'à la fatigue. Au terme des EFR, les variables ventilatoires (VEMS et le DEM₂₅) ont été retenus.

RESULTATS : La variation de la valeur moyenne du VEMS post exercice observée chez les deux groupes s'est limitée en dessous de 5%. Le groupe « Moins Exposés » a présenté une valeur moyenne du DEM₂₅ avant exercice semblable à celle enregistrée après exercice. Au sein du groupe « Plus Exposés », la valeur moyenne du DEM₂₅ post exercice est significativement moins élevée que celle observée au repos de 8,65%.

CONCLUSION : Le fait de résider durablement à proximité d'un trafic routier dense, présente de gros risques de perturbations des voies respiratoires distales.

Mots clés : VEMS ; DEM₂₅ ; pollution ; enfants.

ABSTRACT

AIMS: To evaluate the risk of disruption of distal airways in children exposed to pollutants automobiles.

MATERIAL AND METHODS: Study included 156 children selected assigned in groups "Most Exposed" and "Less Exposed" separated respectively 15 meters and 150 meters of road traffic. Children in both groups were subjected to lung function tests before and after an exercise test that was to perform a series of flexion / extension of the knees to the fatigue. FEV and MEF₂₅ were parameters selected.

RESULTS: Change in FEV post exercise of each group is below 5%. The group "Less Exposed" presented a mean value of MEF₂₅ before exercise similar to that recorded after exercise. Within the group "Most Exposed", the mean value of MEF₂₅ post exercise is significantly lower than that observed at rest of 8.65%.

CONCLUSION: The fact of living permanently near the traffic, poses serious risks of disruption of the distal airways.

Keys-words: FEV; MEF₂₅; pollution; children

INTRODUCTION

Le bronchospasme est une affection des voies aériennes caractérisée par des gênes respiratoires sifflantes et paroxystiques témoignant d'une contraction brutale des bronches. Son diagnostic repose sur un interrogatoire ciblé sur les symptômes respiratoires, les antécédents familiaux, les données de l'exploration fonctionnelle respiratoire au repos et sur la mise en évidence d'une hyperréactivité bronchique basée sur les tests bronchodilatateurs et bronchoconstricteurs. Selon les recommandations de l'ERS [1] et de l'ATS [2], plusieurs tests pulmonaires ont été établis sur la variation du volume expiratoire maximal (VEMS), la capacité vitale forcée (CVF) et le débit expiratoire de pointe (DEP). Tous ces

paramètres sont liés aux voies aériennes supérieures.

Dans l'hypothèse d'une exposition des sujets aux polluants biologiques et chimiques, aux particules fines et nanométriques qui atteignent directement les voies aériennes inférieures, l'évaluation des petits débits comme le DEM₂₅ serait aussi indispensable. En effet, dans les villes africaines subsahariennes, l'importation des véhicules d'occasion engendre une augmentation exponentielle du niveau de pollution en monoxyde de carbone (CO), de l'ozone (O₃), des particules fines, des composés organiques volatiles (COV) et d'oxydes d'azote (NO_x). Une étude récente réalisée à Cotonou [3], présente des proportions de polluants significativement supérieures aux normes tolérées par

l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). De ce fait, il est fort probable que les enfants fréquentant des écoles situées aux abords des voies de grandes circulations automobiles de Cotonou soient sensibles au bronchospasme à bas bruits. L'objectif de cette étude est d'évaluer le DEM₂₅ qui pourrait être perturbé par un impact de ces polluants sur les voies aériennes inférieures des enfants exposés.

MATÉRIEL ET METHODES

1 Cadre de l'étude : Il s'agit d'une étude d'évaluation des risques liés à l'exposition aux polluants automobiles chez des écoliers dans la ville de Cotonou au Bénin. Elle a été entreprise, du 5 mai au 12 juillet 2005 au laboratoire APS et motricité de l'Institut National de la Jeunesse, de l'Éducation Physique et du Sport (INJEPS).

2. Population et échantillonnage : La population cible est constituée de quatre classes de 240 écoliers âgés de 9 à 13 ans des cours moyens première et deuxième année (CM1 et CM2) de l'école primaire publique Cadjéhoun de Cotonou. L'école compte quatre groupes scolaires A, B, C et D composés de six classes chacun. Les classes CM1 et CM2 des groupes scolaires A et B se situent à 150 mètres environs du trafic routier tandis que celles des groupes C et D sont à 15 mètres de celle-ci. L'échantillon d'étude comprend 156 écoliers des groupes scolaires A et D sélectionnés par tirage au sort entre A et B d'une part et entre C et D d'autre part, soit 65% de la population cible. L'échantillon d'étude est composé de 78 garçons et de 78 filles et l'étude n'a pas tenu compte de la différence entre les sexes. En effet, avec cette tranche d'âge, (9 à 13 ans), les variables (taille, âge et masse corporelle) qui influencent les paramètres ventilatoires ne montrent pas de différence significative entre les sexes (Tableau 1). Ont été intégrés à l'échantillon d'étude, les écoliers n'ayant pas changé de groupe scolaire dans l'école depuis 5 ou 6 ans et qui sont en classes de CM1 ou CM2 au moment de l'étude. Les sujets qui n'ont pas réussi à expirer correctement dans le spiromètre à plusieurs reprises malgré les explications données, sont exclus de l'étude. De même, tous les écoliers retenus, ayant répondu à un interrogatoire ciblé sur les manifestations des voies aériennes évoquant un éventuel état pathologique comme la toux, l'asthme, la rhinite spasmodique, l'oppression thoracique et ceux qui sont sensibles à l'une de ces pathologies sont exclus de l'échantillon d'étude. Les sujets du groupe scolaire A situé à 150 mètres de la source de pollution ont constitué le groupe des « **Moins Exposés** » tandis que ceux du groupe D se trouvant à 15 mètres de cette source ont formé celui des « **Plus Exposés** ». La durée théorique d'exposition est évaluée à 4320 heures pour les

enfants du CM2 pendant six années et à 3600 heures pour ceux du CM1 en cinq années à raison de 720 heures théoriques par mois.

3. Matériel et procédures

3.1. Matériel : Un pèse personne de marque SECA, précis à 500 g près avec une portée maximale de 150 kg, a permis de recueillir la masse corporelle ; une toise murale graduée de zéro à deux mètres a servi à mesurer la taille des sujets debout, pieds nus en position anatomique de référence. Un double-décamètre de marque Cogex, gradué au centimètre près a permis de mesurer la distance qui sépare les groupes A et D du trafic routier.

L'exploration fonctionnelle respiratoire a été réalisée à l'aide d'accessoires à usage unique et au moyen du spiromètre Micro Quark® (Cosmed SARL, Rome Italie). Le spiromètre permet en temps réel d'afficher sur le moniteur lors de l'exploration fonctionnelle respiratoire, la courbe débit volume des sujets. Le débit émis varie de 0,03 à 20 L/s et le volume maximum est limité à 10 L avec une précision de plus ou moins 3%, conformément aux recommandations de l'European Respiratory Society [1] et de l'American Thoracic Society [2].

3.2. Procédures : Afin d'éviter les biais de mesure et de respecter le biorhythme des enfants, les mesures de la fonction respiratoire ont été effectuées au sein de l'école par le même médecin dans un même créneau horaire variant de 15 à 17 heures. Sans échauffement préalable et sous la surveillance de trois professeurs d'éducation physique et sportive expérimentés, chaque sujet, à partir de la position debout, réalise successivement une série de flexion/extension du genou jusqu'à l'épuisement. Une flexion/extension s'effectue en une seconde. Ce rythme d'exécution de l'exercice était synchronisé à celui d'un métronome. L'incapacité du sujet à observer ce rythme constitue un indice de fatigue qui valide son épuisement. L'étalonnage du spiromètre était fait quotidiennement avec une seringue de 3 litres après introduction des valeurs de température et de l'humidité relative afin de corriger les mesures en BTPS (Body Temperature, ambient Pressure, Saturated with water vapor).

Avant et après l'exécution du test d'effort, le sujet en position debout, nez pincé, turbine du spiromètre entre les deux mains, respire naturellement et calmement par l'embout buccal branché sur le dispositif du spiromètre. Il reçoit ensuite pour consigne, de gonfler au maximum ses poumons, puis de les vider le plus rapidement possible, de manière continue et complète. Au terme du test, le meilleur essai est retenu parmi les trois reproductibles validés selon les algorithmes du spiromètre basés sur les données de la taille, de la masse corporelle, de l'âge, du sexe et de la race noire

du sujet préalablement introduites dans le spiromètre. Les enseignants de l'école, les écoliers et les parents de tous les écoliers sélectionnés ont été informés du but et du déroulement de l'évaluation. En lieu et place des enfants (9-13 ans), les parents d'écoliers retenus ont signé un formulaire de consentement. Cette étude a été autorisée par la Commission spécialisée en matière d'éthique de l'université d'Abomey – Calavi (Bénin).

3.4 Variables étudiées : Les variables suivantes ont été retenues dans le cadre de cette étude: le volume expiratoire maximal à la première seconde (VEMS), renseigne sur l'état des gros troncs bronchiques ; le débit expiratoire moyen à 25% (DEM₂₅) de la capacité vitale forcée (CVF) donne des informations sur les modifications des petites voies aériennes. Les variations en pourcentage du DEM₂₅ et du VEMS observées au repos et après test d'effort ont été calculées selon la formule ci-après :

Delta % du DEM₂₅ = [(DEM₂₅ observé après test d'effort*100) / (DEM₂₅ observé au repos)] - 100

Delta % du VEMS = [(VEMS observé après test d'effort*100) / (VEMS observé au repos)] - 100.

3.5 Analyse statistique : Elle a consisté à :

- enregistrer et traiter les données à l'aide du logiciel Statview 5 (version 5) d'Abacus Concepts Inc. (Berkeley, CA, USA).
- vérifier la normalité et l'homogénéité des variances respectivement par le test de Kolmogorov-Smirnov et le test F de Snedecor.
- Calculer les moyennes, les écarts-types et comparer par le test t Student pour séries non appariées, les variables anthropométriques, le VEMS et le DEM₂₅ entre filles et garçons d'une part et entre les groupes « Moins Exposés » et « Plus Exposés » d'autre part.
- Comparer par le test t Student pour séries appariées, les valeurs moyennes du VEMS observées au repos à celles enregistrées après exercice au sein de chaque groupe « Moins Exposés » et « Plus Exposés ».
- Comparer par le test t Student pour séries appariées, les valeurs moyennes du DEM₂₅ observées au repos à celles enregistrées après exercice au sein de chaque groupe « Moins Exposés » et « Plus Exposés ». La significativité des différences a été fixée à $p < 0,05$.

RÉSULTATS

1 Données anthropométriques : Le tableau 1 présente les caractéristiques biométriques comparées des filles et des garçons. Les valeurs moyennes de l'âge ($11,86 \pm 1,79$ ans), de la taille ($145,85 \pm 8,91$ cm) et de la masse corporelle ($35,27 \pm 7,78$ kg) observées chez les filles ne diffèrent pas significativement ($p > 0,05$) de celles enregistrées chez les garçons [âge ($12,05 \pm 1,89$ ans) ; taille ($145,77 \pm 10,09$ cm) ; masse corporelle ($35,19 \pm 7,79$ kg)]. Sur

la base de ces résultats, l'étude n'a pas tenu compte de la différence entre les sexes. De même, entre groupes « Plus Exposés » et « Moins exposés », les valeurs moyennes de l'âge, de la taille et de la masse corporelle ne présentent pas de différence significative (Tableau 2). Cependant, les deux groupes ont été maintenus comme tels, afin d'apprécier l'effet de la pollution de proximité immédiate (Plus Exposés) et du voisinage (Moins Exposés).

2 Evolution du VEMS post exercice :

Comme l'indique le tableau 3, les sujets du groupe « Moins Exposés » ont présenté une diminution du VEMS post exercice de 1,43% par rapport à sa valeur de repos. Au sujet du même paramètre, les sujets du groupe « Plus Exposés » ont montré une diminution de 4,55% statistiquement significative ($p = 0,026$) par rapport à la valeur de repos. La variation du VEMS post exercice observée au niveau de chaque groupe n'excède pas 5%.

3 Evolution du DEM₂₅ post exercice : Au sein du groupe « Moins exposés », la valeur moyenne du DEM₂₅ observée au repos ($1,04 \pm 0,40$) comparée à celle enregistrée après exercice ($1,05 \pm 0,45$ L.s⁻¹) n'a pas montré de différence significative ($p = 0,46$). Par contre, chez les sujets du groupe « Plus Exposés », la valeur moyenne du DEM₂₅ observée après exercice ($0,95 \pm 0,43$ L.s⁻¹) est significativement plus basse que celle constatée au repos (Tableau 4). Comme le confirme le tableau 5, 38,71% des sujets du groupe « Plus Exposés » et 27% des sujets du groupe « Moins Exposés » ont présenté des valeurs de pourcentage du DEM₂₅ post exercice diminuées d'au moins 20%.

DISCUSSION

La comparaison des données anthropométriques des groupes « Plus Exposés » et « Moins exposés » n'ayant pas montré de différence significative (Tableau 2), l'équivalence des groupes peut être admise. Les influences probables de ces données sur les résultats des tests statistiques concernant le DEM₂₅ peuvent être exclues.

Bien qu'elles soient significatives statistiquement, les variations du VEMS post exercice observées dans le groupe « Plus Exposés » ne semblent pas garantir un changement clinique significatif (Tableau 3). En effet, selon les travaux de Cochrane [4] et de Whitaker [5], les variations en augmentation ou en diminution du VEMS observée après exercice se situant entre 3-5% seraient dues aux fluctuations internes des tests d'exploration respiratoire. Ces résultats montrent que les groupes « Moins Exposés » et « Plus Exposés » présentent des valeurs cliniquement normales du VEMS au repos et après exercice. Ils témoignent non seulement

d'un bon état clinique des voies aériennes respiratoires proximales des sujets, mais peuvent de ce fait valider les éventuelles perturbations des débits distaux.

Au niveau du groupe «Moins exposés», les valeurs moyennes du DEM₂₅ observées au repos et après exercice n'ont pas montré de différence significative. Par contre, au sein du groupe « Plus Exposés », la valeur moyenne du DEM₂₅ enregistrée après exercice est significativement ($p < 0,05$) moins élevée de 8,65% que celle observée au repos (Tableau 4). Ces résultats laissent croire que seuls les débits distaux des sujets du groupe « Plus Exposés » ont connu des modifications significatives. Il y a lieu de faire preuve de prudence en termes d'explication de ces résultats d'autant que les valeurs moyennes ont constitué la base des comparaisons statistiques. En effet, au terme d'une exploration fonctionnelle respiratoire chez des sujets, les variations du paramètre ventilatoire considéré ne vont pas toujours dans le même sens. Pendant que certains sujets présentent des pourcentages de variation positifs, d'autres enregistrent des variations négatives. Cette situation, statistiquement parlant, favorise un rapprochement des valeurs moyennes vers la valeur nulle et de ce fait, diminue la puissance des tests statistiques. Pour palier à ces insuffisances, nous avons procédé au sein de chaque groupe, à un dénombrement des sujets qui présentaient des valeurs du DEM₂₅ post exercice diminuées d'au moins 20% (Tableau 5). Par rapport à ce critère arbitraire, 36 sujets (38,71%) ont été dénombrés dans le groupe «Plus Exposés» et 17 sujets (27%) chez les «Moins exposés». Le dénombrement des sujets enregistré dans le groupe «Plus Exposés» fait donc plus du double celui observé dans le groupe «Moins Exposés». Les écoliers qui sont à proximité du trafic routier, source de pollution automobile courent deux fois plus de risque que ceux qui sont à distance de cette source. Ce résultat peut s'expliquer par le principe selon lequel, la diffusion d'une particule décroît avec sa taille alors que sa vitesse de transfert par inertie et sédimentation croît avec sa taille ou sa masse. En effet, plus les particules sont petites, plus leur variabilité spatiale est réduite. Les particules dont les diamètres sont inférieurs à 10 μm (PM₁₀) plus grosses ont une plus grande variabilité spatiale que les plus fines PM_{2,5} [6]. Les sujets du groupe «Moins Exposés» situés à 150 mètres environ du trafic routier, s'exposeraient plus aux grosses particules alors que ceux du groupe «Plus Exposés» se trouvant à moins de 20 mètres, seraient victimes principalement des particules fines. Les particules dont les diamètres sont inférieurs à 2,5 μm (PM_{2,5}) noir en provenance des moteurs diesel et du goudron des pneumatiques, sont

particulièrement dangereuses pour la santé humaine

Cependant, ces résultats observés seraient-ils liés exclusivement aux effets de l'exercice spécifique, à l'exposition aux polluants automobiles ou à la combinaison des deux ?

Des études ont montré qu'à l'exercice, la déshydratation, l'osmolarité des voies aériennes engendrent de rétrécissements des voies aériennes [7]. L'exercice ayant été exhaustif lors de cette étude, il est fort probable qu'il ait entraîné chez des sujets non seulement la réduction du DEM₂₅, mais aussi une inhalation élevée de polluants automobiles due à l'hyperventilation. Ces polluants inhalés peuvent atteindre directement des alvéoles [8]. En effet, des travaux révèlent des inflammations des voies aériennes et la réduction de la croissance des alvéoles chez des sujets exposés aux polluants automobiles tels que les PM_{2,5}, les PM₁₀ et le NO₂ [9, 10]. Dans le cadre de cette étude, la majorité des sujets fréquentent cette école depuis cinq ou six années pour ceux qui n'ont pas connu de redoublement. Il est donc possible que cette durée d'exposition relativement longue ait favorisé des cumuls de polluants nuisibles aux voies aériennes des enfants. D'autre part, des études montrent que le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote générés dans l'air ambiant, fragilisent non seulement la muqueuse pulmonaire mais traversent aussi la membrane alvéolo-capillaire pour se dissoudre dans le sang [11, 12]. Ce processus limite bien évidemment la capacité de fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine, de même que l'oxygénation des cellules et des organes. Il est donc envisageable qu'il y ait de façon endogène et exogène, des interactions de facteurs environnementaux avec les déterminants de la santé. Ces combinaisons sont susceptibles de générer chez des sujets vulnérables comme des enfants de cette tranche d'âge, des maladies dites « émergentes » qui pourraient survenir à long terme et que l'Afrique aura du mal à gérer au regard de peu de moyens dont elle dispose. C'est pourquoi, les résultats de cette étude doivent être considérés comme une approche préliminaire de l'évaluation du bronchospasme et des perturbations des voies respiratoires distales chez des enfants exposés à la pollution automobile. Afin d'approfondir cette étude, la biopsie cellulaire des voies aériennes, le lavage broncho-alvéolaire et l'analyse des prélèvements sanguins des sujets exposés seraient nécessaires pour apprécier quantitativement et qualitativement l'ampleur des risques liés à l'exposition aux polluants automobiles.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude montrent un bon état clinique des voies aériennes respiratoires

proximales chez les sujets des deux groupes. Les sujets du groupe « Plus Exposés » présentent deux fois plus de risque d'obstruction des voies aériennes respiratoires distales que ceux du groupe « Moins Exposés ». Cette obstruction peut évoluer vers un syndrome des petites voies aériennes respiratoires. Sur la base de ces résultats, des enfants exposés durablement aux polluants automobiles, peuvent présenter des risques d'affections respiratoires d'autant plus que les voies aériennes respiratoires distales, site principal de l'augmentation des résistances des voies aériennes dans l'asthme, contribuent pour 50-90% à la résistance pulmonaire totale.

REFERENCES

1. ERS. "Standardized Lung Function Testing". Official Statement of the European Respiratory Journal, 1993; 6: 53-83
2. ATS: "Standardization of Spirometry: 1994 Update". American J Respiratory Critical Care Medicine, 1995; 152: 1107-1136.
3. Avogbe PH, Ayi-Fanou L, Autrup H *et al.* Ultrafine particulate matter and high-level benzene urban air pollution in relation to oxidative DNA damage. Carcinogenesis, 2005; 26: 613-620.
4. Cochrane GM, Prieto F, Clark TJ. Intrasubject variability of maximal expiratory flow volume curve. Thorax, 1977; 32:171-176.
5. Whitaker CJ, Chinn DJ, Lee WR. The statistical reliability of indices derived from the closing volume and flow volume traces. Bull Eur Physiopathol Respir, 1979; 14:237-247.
6. Endlicher W; Draheim T; Wolf-Benning U; Fiedler J. Variabilité spatio-temporelle de la concentration atmosphérique des particules à Berlin. Climatologie, 2008 ; 5 : 71-81
7. Anderson SD, Holzer K. Exercise-induced asthma: is it the right diagnosis in elite athletes? J allergy Clin Immunol, 2000; 106: 419-428.
8. Horak F; Studnicka M; Gartner C *et al.* Particulate matter and lung function growth in children: a 3-yr follow-up study in Austrian schoolchildren. Eur Respir J, 2002; 19: 838-845.
9. Studnicka M., E. Hackl, J. Pischinger *et al.* Traffic-related NO₂ and the prevalence of asthma and respiratory symptoms in seven year olds. Eur Respir J, 1997 ; 10 : 2275-2278
10. Ana GR, Shendell DG, Odeshi TA, Sridhar MK. Identification and initial characterization of prominent air pollution sources and respiratory health at secondary schools in Ibadan. Nigeria. J Asthma, 2009; 46: 670-676.
11. Oberdorster G, Gelein RM, Ferin J, Weiss B. Association of particulate air pollution and acute mortality: involvement of ultrafine particles? Inhal Toxicol, 1995; 7:111-124.
12. Brunekreef B, Beelen R, Hoek G *et al.* Effects of long-term exposure to traffic-related air

pollution on respiratory and cardiovascular mortality in the Netherlands. Res Rep Health Eff Inst, 2009; 139: 73-89.

Tableau 1 : Comparaison des données anthropométriques des filles et garçons

	Filles n = 78	Garçons n = 78	Test F	Test t non apparié
Age (ans)	11,86 ± 1,79	12,05 ± 1,89	P > 0,05	P = 0,52
Taille (cm)	145,85 ± 8,91	145,77 ± 10,9	P > 0,05	P = 0,96
MC (kg)	35,27 ± 7,78	35,19 ± 7,79	P > 0,05	P = 0,95

Les valeurs sont des moyennes ± écart-type ; n : effectif ; P : valeur de la probabilité ; valeur p significative si < 0,05 ; MC : Masse corporelle exprimée en kilogramme ; Test F : test d'homogénéité des variances ; Test t : test paramétrique de Student

Tableau 2 : Comparaison des données anthropométriques des groupes de sujets « Plus Exposés » et « Moins Exposés »

	« Plus Exposés » n = 93	« Moins Exposés » n = 63	Test F	Test t non apparié
Age (ans)	12,11 ± 1,91	11,00 ± 1,74	p > 0,05	p > 0,05
Taille (cm)	143,6 ± 9,65	142,98 ± 11,19	p > 0,05	p > 0,05
MC (kg)	34,55 ± 7,69	33,19 ± 7,52	p > 0,05	p > 0,05

Les valeurs sont des moyennes ± écart-type ; n : effectif ; p : valeur de la probabilité ; valeur p significative si < 0,05 ; MC : Masse corporelle exprimée en kilogramme ; Test F : test d'homogénéité des variances ; Test t : test paramétrique de Student

Tableau 3 : Comparaison des valeurs moyennes du VEMS observées au repos et après exercice au niveau de chaque groupe « Moins Exposés » et « Plus Exposés »

	VEMS (L)	VEMS (L) Post exercice	Delta %	Test t apparié
« Moins Exposés » (n = 63)	1,40 ± 0,46	1,38 ± 0,49	-1,43	p = 0,95
« Plus Exposés » (n = 93)	1,54 ± 0,52	1,47 ± 0,53*	- 4,55	p = 0,026

Les valeurs sont des moyennes ± écart-type ; n : effectif ; VEMS : volume expiratoire maximum à la première seconde ; Delta% : variation en % de la valeur post exercice par rapport à celle de repos. p : valeur de la probabilité ; * : différence significative à

$p < 0,05$; MC : Masse corporelle exprimée en kilogramme ; Test t : test paramétrique de Student

Tableau 4 : Comparaison des valeurs moyennes du DEM₂₅ observées au repos et après exercice au niveau de chaque groupe « Moins Exposés » et « Plus Exposés »

	DEM ₂₅ (L.s ⁻¹) Repos	DEM ₂₅ (L.s ⁻¹) Post exercice	Delta %	Test t apparié
Moins Exposés » (n = 63)	1,04 ± 0,40	1,05 ± 0,45	+0,96	p = 0,46
« Plus Exposé » (n = 93)	1,04 ± 0,48	0,95 ± 0,43*	- 8,65	p = 0,020

Les valeurs sont des moyennes ± écart-type ; n : effectif ; L.s⁻¹ : Litre par seconde ; DEM₂₅ : Débit expiratoire maximum à 25% de la capacité vitale forcée ; Delta% : variation en % de la valeur post exercice par rapport à celle de repos. p : valeur de la probabilité ; * : différence significative à $p < 0,05$. MC : Masse corporelle exprimée en kilogramme ; Test t : test paramétrique de Student

Tableau 5 : Nombre de sujets dont les valeurs de pourcentage du DEM₂₅ post exercice ont diminué d'au moins 20%.

	« Plus Exposés » (n = 93)	« Moins Exposés » (n = 63)
Nombre de sujets ayant présenté un DEM ₂₅ post exercice diminué d'au moins 20%	36 sujets (soit 38,71%)	17 sujets (soit 27%)

Les valeurs correspondent au nombre de sujets exprimés en pourcentages entre parenthèses.

Remerciements : Les auteurs remercient sincèrement les enseignants et les écoliers de l'école primaire de Cadjèhoun de Cotonou qui ont accepté de participer à cette étude.

Aucun Conflit d'intérêt