

© INIVE EEIG
Operating Agent
and Management
Boulevard Poincaré 79
B-1060 Bruxelles – Belgique
inive@bbri.be - www.inive.org

Agence internationale de l'Énergie
Energy Conservation in Buildings
and Community Systems Programme



Air Infiltration and Ventilation Centre

QAI et efficacité de la ventilation en termes de polluants à l'intérieur des voitures

Hea-Jeong Kim, Yun-Gyu Lee
Korea Institute of Construction Technology

1 Introduction

Ces derniers temps, la qualité de l'air intérieur au sein des bâtiments, mais également dans les véhicules, fait l'objet d'une préoccupation générale croissante. Le véhicule étant la forme principale de transport quotidien pour la plupart des gens, les symptômes dont souffrent conducteurs comme passagers (fatigue, maux de tête, stimulation oculaire causés par le formaldéhyde et les composés organiques volatils (COV) émis par les matériaux intérieurs des véhicules récemment assemblés) sont particulièrement inquiétants.

Pour faire face à ce problème, les principaux constructeurs automobiles ont volontairement pris l'initiative en matière de mesures et de gestion de la qualité de l'air intérieur des nouveaux véhicules. À cet égard, Audi et Mercedes Benz font appel à des tests sensoriels réalisés par une « Nose Team » afin de contrôler les odeurs présentes dans les nouvelles voitures. En outre, l'ISO/WD 16000-26 spécifiant les matériaux automobiles intérieurs est en cours d'intégration dans l'ISO/TC 146/ SC6.

En juin 2007, le gouvernement coréen a également proposé son programme « The standard of indoor air quality new vehicle » et

en a exposé les résultats. Ces derniers pointent la possibilité de minimiser l'impact nocif des polluants chimiques par des stratégies de contrôle de l'air intérieur telles que la ventilation du nouveau véhicule dans les 90 jours suivant son assemblage. À cet égard, les résultats [Réf 6-2] font apparaître que la ventilation est aussi efficace dans l'habitacle d'un véhicule que dans des espaces présentant un confinement similaire comme à l'intérieur des bâtiments.

2 Statut de la qualité de l'air intérieur dans une voiture

En 2007, il a été proposé d'intégrer l'ISO/CD 16000-2 à l'ISO/TC146/SC6. En octobre 2007, la norme ISO/WD 16000-26 a été ajoutée à la section « Habitacles automobiles » de l'ISO/TC146/SC (Air intérieur – Véhicules routiers – Partie 26 : Spécification et méthode de détermination des composés organiques volatils dans les habitacles automobiles »).

Ayant la volonté de réduire les niveaux de COV dans les automobiles, l'Association japonaise des constructeurs

automobiles JAMA¹ s'est dès lors efforcée de satisfaire aux critères de concentration intérieure pour 13 substances, tels qu'établis par le Ministère de la Santé, du Travail et du Bien-Être en 2005. En Allemagne, le Système de gestion de la qualité allemand pour l'industrie automobile (VDA) a présenté pour sa part la méthode d'évaluation des émissions de COV pour les matériaux utilisés à l'intérieur des véhicules tandis que le groupe TÜV Rheinland assure actuellement la mise en œuvre du système de certification « Allergy free » pour les matériaux utilisés à l'intérieur des véhicules.

En Chine par ailleurs, la State Environmental Protection Administration s'est également penchée en 2007 sur des méthodes de mesure des polluants de l'air dans les habitacles de différents types de véhicules (M1, M2 et M3).

Plusieurs pays ont donc créé leurs propres normes de méthodes de mesure et niveaux recommandés de composés organiques volatils totaux (COVT) présents dans l'air intérieur des véhicules. Il est à prévoir à cet égard que les constructeurs automobiles seront soumis à l'avenir à des restrictions environnementales par l'établissement de critères et de directives d'essai internationaux comme l'ISO/WD 16000-26.

Par ailleurs, compte tenu des tendances à la normalisation de la technique de mesure des composés organiques volatils, des recherches plus poussées s'imposent également concernant l'effet de ventilation dans les voitures.

¹ JAMA : Japan Automobile Manufacturers Association

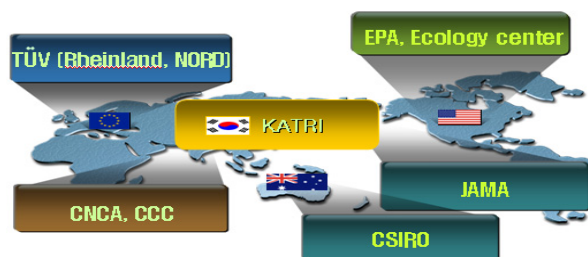


Figure 1 : Développements de la qualité de l'air intérieur dans les pays principaux

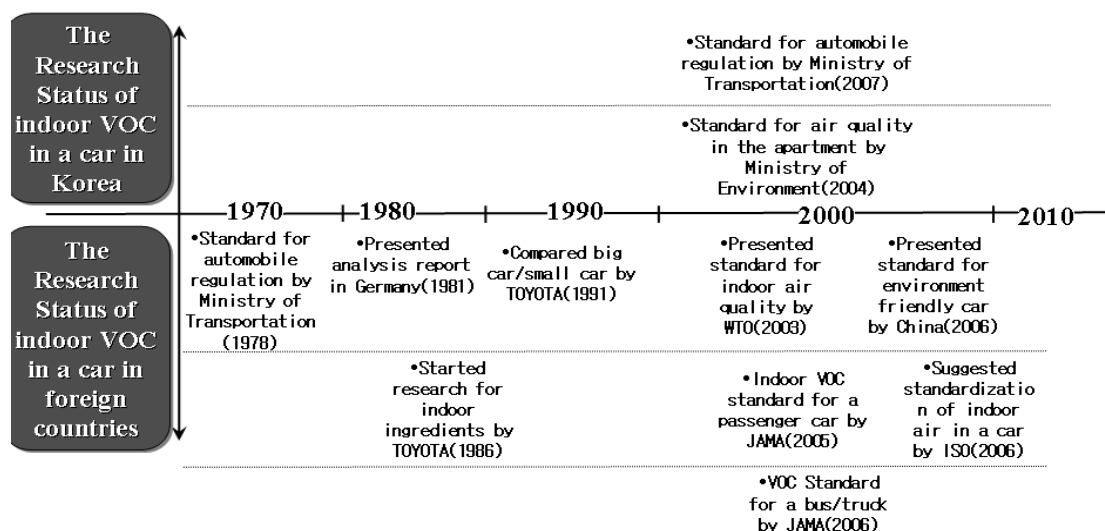


Figure 2: Tendances à la normalisation dans les pays principaux

3 Méthode de mesure de l'air intérieur dans les nouvelles voitures et normes recommandées

Les résultats d'une recherche coréenne [Réf 6-1] font apparaître que les mesures de la qualité de l'air intérieur dans les voitures sont généralement effectuées sur des voitures particulières dans les 4 semaines suivant la fin de leur assemblage par le constructeur automobile. Ils indiquent par ailleurs que le formaldéhyde et d'autres composés organiques volatils, y compris le benzène, le toluène, le xylène, l'éthylbenzène et le styrène, faisant l'objet d'une réglementation dans les normes recommandées relatives à la qualité de l'air intérieur, sont des substances à mesurer.

Le point de sonde représente le point entre l'enceinte d'essai et le siège du conducteur dans la voiture. Dans le cas de l'enceinte d'essai, il convient de procéder à l'échantillonnage à une hauteur d'1 m à partir du sol, à une hauteur comprise entre 0,3 m et 1 m depuis le côté intérieur de la voiture et à 50 cm de l'avant du volant.

En préparation à ce relevé de mesures, il convient d'ouvrir toutes les portières de la voiture pas plus de 30 minutes. Dans cet intervalle de temps, on procédera à l'installation de la sonde d'échantillonnage ou de la sonde de température.

Il y a lieu de procéder aux mesures dans l'enceinte d'essai et de soumettre la voiture à l'essai dans les deux heures suivant la fermeture de toutes les portières ouvertes. L'échantillonnage est alors prélevé pendant les 15 minutes qui suivent, comme spécifié dans le programme de mesure à la figure 4.

En décembre 2004, plusieurs départements administratifs concernés en Corée ont établi un « Plan de base du contrôle de la qualité de l'air intérieur » et ont, à cet égard, sélectionné en mars 2005 des projets de recherche détaillés dans l'optique d'examiner le contrôle de la qualité de l'air intérieur des nouvelles voitures sorties de production. En vue de préparer les normes de contrôle de

qualité de l'air intérieur pour les nouvelles voitures, des mesures de qualité de l'air intérieur ont été prises initialement pour 7 types de voitures particulières et 2 types de monospaces (soit 9 types au total). Ces prises d'échantillons ont été effectuées de mai 2005 à décembre 2005. Les véhicules ont alors fait l'objet de relevés de mesures sur une période comprise respectivement entre 39 et 177 jours et entre 56 et 59 jours pour les voitures particulières et les monospaces. Les résultats figurent au tableau 2.

Tableau 1. Méthode de mesure de la qualité de l'air intérieur dans la nouvelle voiture

Nombre de jours écoulés	Dans les 4 semaines
Stabilisation de température	25±2°C (Min. 12 heures)
Heure de ventilation précédant la mesure	30 minutes
Statut de la voiture d'essai dans la mesure	Stationnement à temp. normale / Fermé
Température de mesure	25±2°C
Délai fermeture maintenance	2 heures
Volume d'échantillonnage	HCHO : 15ℓ VOCs : 1ℓ



Figure 3 : Mesure du point de sonde

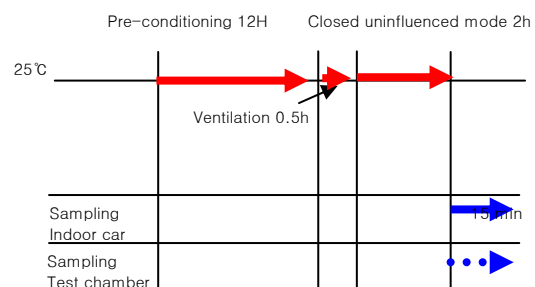


Figure 4 : Programme de mesure de la qualité de l'air intérieur (Corée)

Tableau 2 . Statut de la qualité de l'air intérieur dans l'habitacle d'une voiture (communiqué de presse KOTSA du 12 janvier 2006)

Classification	Concentration mesurée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Voiture particulière	Enceintes d'essai	Monospace	Enceintes d'essai
Formaldéhyde	22~145	20~29	111~234	89~125
Benzène	1~22	0~6	20~29	4~7
Toluène	30~832	17~61	1,202~1,956	272~314
Éthylbenzène	3~594	2~26	272~386	81~95
Xylène	10~919	8~148	698~1,000	218~248
Styrène	1~71	0~9	32~140	25~29

Afin de proposer un projet de normes de recommandations pour les nouvelles voitures, plusieurs polluants, y compris le formaldéhyde, le benzène, le toluène, le xylène, l'éthylbenzène et le styrène, ont été analysés dans 36 nouvelles voitures.

L'analyse a porté sur les concentrations initiales des substances après assemblage ainsi que leur variation dans le temps. Elle a également visé la faisabilité de l'installation d'un dispositif de ventilation et une analyse de risques a ainsi été effectuée. La mesure de concentration moyenne et les normes de recommandations sont présentées dans le tableau 3.

Les résultats de l'étude portant sur la variation à travers le temps des concentrations de polluants tels que présentés par le communiqué de presse du KOTSA font apparaître que la concentration de polluants a généralement diminué au fil du temps, comme l'indique la Figure 5. Environ 3 mois après la production, les concentrations de 5 composés organiques volatils sélectionnés, à l'exception du formaldéhyde, ont diminué de 75 % à 95 %. Comme en témoigne la figure 5, les concentrations de formaldéhyde ont présenté une légère tendance à la hausse le 60^e jour suivant la production de la voiture avant de diminuer par la suite. Dans l'ensemble, les concentrations en polluants dans les nouvelles voitures ont diminué à travers le temps. Toutefois, il est nécessaire d'éliminer rapidement les polluants nocifs et de réduire les concentrations directement après la production en ayant recours à des systèmes de ventilation mécanique ou en ouvrant les fenêtres.

Tableau 3 : Norme de recommandations de qualité de l'air intérieur pour les nouvelles voitures ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Classification	Concentration standard recommandée
Formaldéhyde	250
Benzène	30
Toluène	1,000
Xylène	870
Éthylbenzène	1,600
Styrène	300

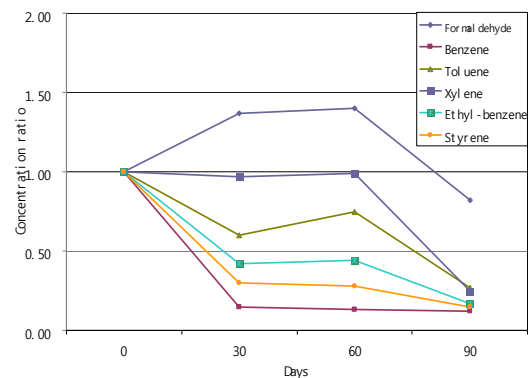


Figure 5 : Rapport de réduction de contaminants à travers le temps

4 Évaluation de la performance de ventilation dans l'habitacle d'une voiture

Compte tenu des graves conséquences de l'exposition à de l'air intérieur contaminé pour les conducteurs d'une voiture et ses passagers, il convient de porter une attention toute particulière à la qualité de l'air intérieur d'une voiture. À cet égard, plusieurs pays producteurs de voitures sont le centre de

nombreuses recherches visant à établir divers moyens d'améliorer et d'accroître la qualité de l'air intérieur. Les méthodes utilisées pour réduire les contaminants intérieurs peuvent généralement être subdivisées en deux types : celles dans lesquelles les contaminants extérieurs ne pénètrent pas l'habitacle et celles assurant une diminution rapide des contaminants dans l'habitacle.

L'une de ces méthodes prévoit la dilution des contaminants par ventilation ou par évacuation à travers les portières. À cet égard, les taux de ventilation ont été relevés pour 8 cas de manière à examiner l'efficacité de cette méthode.

Afin de collecter l'air intérieur de la voiture en mode d'arrêt, on a mesuré la variation de concentration d'un gaz traceur (SF6) après connexion au moniteur de gaz (INNO VA Multi-gas Monitor 1302), comme présenté à la figure 6.

Comme l'indique la figure 7, l'instrument de mesure a été installé dans le coffre de la voiture et les mesures ont été relevées sous des conditions de vitesse de conduite moyenne (entre 20 et 30 km/h) dans la ville de Séoul.

Les mesures ont été effectuées sous trois conditions expérimentales différentes, à savoir le volume de ventilation produit conformément au contrôle de vitesse (basse vitesse/haute vitesse) par un ventilateur de circulation d'air intérieur alors que la voiture est à l'arrêt, la vitesse de la circulation d'air produite par un ventilateur alors que la voiture est en circulation et le volume de ventilation produit en ouvrant la fenêtre. L'étanchéité à l'air de la voiture s'établissait à 1,1 (m³/h). Les résultats des mesures sont présentés au tableau 4.

Les résultats font apparaître qu'en procédant avec un ventilateur de circulation d'air (basse vitesse/haute vitesse) alors que la voiture était à l'arrêt, la concentration en composés organiques et en formaldéhyde a augmenté dans l'air intérieur, en raison de l'émission continue de polluants par les matériaux intérieurs. Dans le cas où la ventilation était assurée par circulation externe, et où la voiture était en mode « circulation », la concentration en polluants intérieurs a présenté une baisse significative : 5 minutes après l'ouverture de la fenêtre de la voiture, l'effet des contaminants a ainsi été réduit d'au moins 70 %.



Figure 6. Méthode de mesure de l'air intérieur dans une voiture en mode « arrêt »



Figure 7. Méthode de mesure de l'air intérieur en mode « circulation »

Table 4: Mesure de la ventilation d'une voiture

Conditions d'essai		Petite voiture	Remarques	
En mode arrêt	Circulation interne	Ventilateur basse vitesse	1.2	
		Ventilateur haute vitesse	1.6	
	Circulation externe	Ventilateur basse vitesse	3.4	
		Ventilateur haute vitesse	6.5	
	Ouverture de fenêtre parfaite	Intérieur	5.0	Ventilateur éteint
		Extérieur	6.7	Ventilateur éteint
En mode « circulation »	Circulation externe	2.4	Ventilateur éteint	
	Ouverture de fenêtre	3.7	Ouverture de 10~15 cm	

5 Conclusion

La ventilation constitue l'une des méthodes les plus efficaces permettant de diluer ou de réduire les contaminants de l'air intérieur et il est relativement bénéfique de pouvoir évacuer les contaminants vers l'extérieur.

C'est particulièrement le cas lorsque le type et les caractéristiques de mouvement des contaminants présents dans l'air intérieur ne sont pas connus. Les résultats d'expériences portant sur la performance de ventilation d'une voiture permettent de conclure que les rapports de réduction des composés organiques volatils et du formaldéhyde, pouvant être nocifs pour le corps humain, peuvent être réduits de manière significative par l'activation d'un ventilateur à l'intérieur de la voiture particulière. Ce résultat peut être obtenu en acheminant de l'air extérieur vers l'intérieur de la voiture, qu'elle soit en mode « arrêt » ou « circulation » ou en assurant une ventilation par l'ouverture d'une fenêtre. On considère en particulier que la ventilation constitue le moyen le plus pratique de réduire les contaminants présentant des caractéristiques complexes, comme le formaldéhyde, les composés organiques volatils ou la fumée de cigarette, de réduire les odeurs dérangeantes et d'améliorer la qualité de l'air intérieur des voitures récemment assemblées.

Il convient de considérer dès lors qu'une réponse positive à la standardisation de la

ventilation automobile s'impose, dans la mesure où celle-ci constitue l'une des méthodes les plus efficaces pour réduire les contaminants. Par ailleurs, il s'agira à l'avenir d'assurer la normalisation des techniques d'évaluation des contaminants automobiles intérieurs.

6 Bibliographie

1. ISO/DIS ISO/DIS 16000-7 Air intérieur – Partie 8 : Détermination des âges moyens locaux de l'air dans des bâtiments pour caractériser les conditions de ventilation.
2. ISO 16000-3 Air intérieur – Partie 3 : Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés – Méthode par échantillonnage actif.
3. ISO 16000-6 Air intérieur – Partie 6: Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et chambres d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID
4. JAMA Report No.98 Car Interior parts VOC Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
5. TOXIC AT ANY SPEED, Chemicals in cars and the need for safe alternatives. THE ECOLOGY CENTER JANUARY 2006.
6. <http://eng.kotsa.or.kr/main.jsp>
 - 1.KOTSA Press Release 13, January, 2006
 - 2.KOTSA Press Release 16, March, 2007

Version originale en anglais

Traduction française réalisée avec le soutien de :



L'« **Air Infiltration and Ventilation Centre** » (**AIVC**) a été créé dans le cadre de l'Agence internationale de l'Énergie et est financé par les sept pays suivants : Belgique, République Tchèque, France, Grèce, Pays-Bas, Norvège et États-Unis d'Amérique.

L'Air Infiltration and Ventilation Centre apporte son soutien technique à la recherche théorique et appliquée sur l'infiltration d'air et la ventilation. Il ambitionne de promouvoir la compréhension de la complexité de la circulation de l'air dans les bâtiments. Il entend également faire progresser l'application efficace de mesures d'économie d'énergie dès la conception des nouveaux bâtiments et l'amélioration du parc immobilier existant.