



**LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN**

**BUILDING MATERIALS - VOLATILE ORGANIC
CHEMICAL EMISSION CHARACTERIZATION
AND DATABASE DEVELOPMENT**

PREPARED FOR:

The CANMET Energy Technology Centre (CETC)
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario, K1A 0E4
DSS Contract No. 23440-94-1164
December, 1995

PREPARED BY:

Dr. D.A. Figley
Figley Consulting Associates Ltd.
350 Crean Crescent
Saskatoon, Saskatchewan, S7J 3X2
Phone/Fax (306) 374-8141
Cellular (306) 221-8964

J.T. Makohon
Building Science Division
Saskatchewan research Council
5 Innovation Boulevard
Saskatoon, Saskatchewan, S7N 2X8
(306) 933-6138; Fax (306) 933-6431

SCIENTIFIC AUTHORITY:

Tim Mayo
The CANMET Energy Technology Centre (CETC)
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street
Ottawa, Ontario, K1A 0E4

February 13, 1996

CITATION

Dr. Don Figley, P. Eng., Figley Consulting Associates Ltd., and J.T. Makohon, Building Science Division, Saskatchewan Research Council. *Building Materials - Volatile Organic Chemical Emission Characterization and Database Development*, DSS Contract No. 23440-94-1164. Energy Technology Branch, CANMET - Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1996, (45 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

Energy Technology Branch, CANMET
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario
K1A 0E4

or

Intellectual Property and Technical Information Management (IPTIM)
Library and Documentation Services Division, CANMET
Department of Natural Resources Canada
555 Booth Street, 3rd Floor, Room 341
Ottawa, Ontario
K1A 0G1

DISCLAIMER

This report is distributed for information purposes only and does not necessarily reflect the views of the Government of Canada nor constitute an endorsement of any commercial product or person. Neither Canada nor its ministers, officers, employees or agents make any warranty in respect to this report or assume any liability arising out of this report.

NOTE

Funding for this project was provided by the Government of Canada under the Green Plan.

TABLE OF CONTENTS

	Page
TABLE OF CONTENTS	i
LIST OF TABLES	iii
ACKNOWLEDGEMENTS	iv
EXECUTIVE SUMMARY	v
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 METHODOLOGY	1
2.1 Development of Environmental Chamber Test Procedures	1
2.2 Building Material Emission Characterization	3
2.3 Data Collection and Analysis	6
3.0 RESULTS	8
4.0 DISCUSSION	10
4.1 Carpet	10
4.2 Carpet Underpad	11
4.3 Cellular Plastic Insulation	11
4.4 Medium Density Fibreboard (MDF)	11
4.5 Particleboard	12
4.6 Structural Composite Wood Products	12
4.7 Interior Plywood	12
4.8 General Interior Finishing Materials	12
4.9 Sheet Vinyl Flooring	13
4.10 Composite Wood Product Assemblies	13
4.11 Latex Paint	13
4.12 General Discussion of Test Results	14
5.0 SUMMARY	16
6.0 REFERENCES	17

APPENDIX I

GENERAL METHOD FOR DETERMINATION OF VOLATILE ORGANIC CHEMICAL
EMISSION FACTORS FROM ADVANCED HOUSES PROGRAM AND R2000 PROGRAM
HOUSE BUILDING PRODUCTS USING SMALL ENVIRONMENTAL CHAMBERS UNDER
DEFINED TEST CONDITIONS 19

APPENDIX II

PRODUCT SAMPLE TEST PARAMETERS AND METHODOLOGY 36

APPENDIX III

PRODUCT INFORMATION SHEETS 43

LIST OF TABLES

Table 1.	NRCan - Advanced Houses Building Products (Group I)	5
Table 2.	Halifax R2000 Product Samples Requested and Received	6
Table 3.	Calculated VOC Emission Factors	9
Table 4.	Maximum, Minimum and Average TVOC Emission Factors for Each Product Classification	14
Table 5.	Maximum, Minimum and Average HCHO Emission Factors for Each Product Classification	15

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to acknowledge the assistance of the following individuals who cooperated in developing and conducting this project:

- Mr. Tim Mayo, Natural Resources Canada
- Mr. Tom Hamlin, Natural Resources Canada
- Mr. George Foote, Nova Scotia Department of Natural Resources
- Members of the Advanced House teams who supplied building product samples
- Dr. Wo Yuen and Mr. Pat Moser of the SRC Analytical Chemistry Laboratory who generously contributed their time and expertise to refine the chemical analysis protocol and QA program

EXECUTIVE SUMMARY

This report outlines the results of a project which developed environmental chamber test procedures for characterizing the volatile organic chemical (VOC) emissions from residential construction materials. These procedures were used to measure the VOC emission characteristics from various construction materials used in the Advanced Houses and R2000 Healthier Homes in Halifax.

The environmental chamber test procedures were modelled after recent standards issued by the Canadian General Standards Board (CGSB). Similar standards formats are currently being developed within the ASTM D22.05 Indoor Air Quality Sub-committee. The standard test procedure focused on the use of small environmental chambers for measuring the volatile organic chemical emissions from building material samples. The approach taken in developing the test methods was to develop a single general test method to describe the chamber operating criteria, chemical sampling and analysis protocols and data analysis methodology that would be common to all of the building materials tested. For each of the specific building material types, a test parameter and methodology sheet was developed to record product specific information, type of test to be performed, sample preparation and conditioning procedures, laboratory test procedure including product loading ratio and chamber operating criteria and chemical analysis. For each material classification, a rationale was developed to explain the specific interpretation of the general test method for each application.

The second project objective was to conduct laboratory tests to characterize the volatile organic chemical emissions from a variety of currently available building materials. Product samples were selected from materials obtained from the Advanced Houses and from the Halifax houses. Materials selected from the Advanced Houses were representative of currently available materials that had been aged for a period of six to eighteen months. The materials from the Halifax R2000 were new, un-aged materials that should be representative of the emission characteristics of products installed in typical new homes. Material classification included carpets, carpet foam underpad, vinyl flooring, engineered wood materials, cellular plastic insulation, gypsum board and latex paint.

The focus for the testing of the Advanced Houses materials was to gather engineering data on emission characteristics that can be expected in newer homes and to provide data for use in computer simulations to estimate the resulting indoor air quality parameters based on source emission and house ventilation characteristics. The Halifax data can be used in engineering algorithms to estimate the initial indoor air quality characteristics of newly constructed houses. Another end-use of the building material emission will be to assist builders in identifying low emitting materials for use in buildings and to highlight the importance of obtaining product-specific information rather than relying on generalized data from tests of "similar" materials. In total, 37 materials were tested for VOC emissions and 20 materials were tested for formaldehyde (HCHO) emissions.

The results of the materials emission characterization testing indicated an extremely wide range in emission characteristics among material classifications and within a material type. For instance, with the carpet samples tested, the total volatile organic chemical (TVOC) emission factors varied from a low of $18 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ to a high of $56,000 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$. For most other product classification, the range of emission factors was lower but typically one to two orders of magnitude.

The material test results also indicated that although specific materials could be problematic, the total emission source in new houses was distributed amongst a variety of commonly used construction materials. This highlights the importance of developing a rational framework for evaluating the impact of specific materials on the overall indoor air quality in buildings. This methodology will assist builders in making careful choices regarding the materials used in construction and will allow them to assess the relative impacts of the material choices on the overall indoor air quality.

RÉSUMÉ

Le présent rapport résume les résultats d'un projet qui avait pour but l'élaboration de méthodes d'essai en chambre de simulation de l'environnement en vue de la caractérisation des émissions de composés organiques volatils (COV) par les matériaux utilisés dans la construction résidentielle. Ces méthodes d'essai ont été employées pour mesurer les caractéristiques d'émission de COV de divers matériaux de construction utilisés dans les maisons performantes et dans les maisons plus saines R2000 à Halifax.

Les méthodes d'essai en chambre de simulation de l'environnement ont été établies en tenant compte des normes récemment publiées par l'Office des normes générales du Canada (ONGC). Des normes similaires sont actuellement élaborées par le sous-comité en charge de la norme ASTM D22.05 sur la qualité de l'air intérieur. La méthode d'essai normalisée portait essentiellement sur l'emploi de petites chambres de simulation de l'environnement pour mesurer les concentrations de composés organiques volatils émis par des échantillons de matériaux de construction. Dans le présent projet, il a été convenu de mettre au point une méthode d'essai générale unique dans laquelle sont décrits les paramètres de fonctionnement de la chambre, les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des produits chimiques ainsi que la méthode d'analyse des données qui seraient communs à tous les matériaux de construction mis à l'essai. Pour chaque type particulier de matériau de construction, une feuille d'essai a été préparée sur laquelle sont consignés les renseignements suivants : données relatives au produit, type d'essai à effectuer, méthodes de préparation et de conditionnement de l'échantillon, méthode d'essai de laboratoire incluant le rapport de chargement du produit, les paramètres de fonctionnement de la chambre et l'analyse chimique. Pour chaque classe de matériau, un exposé raisonné explique comment interpréter la méthode d'essai générale pour l'appliquer à cette classe de matériau.

Le deuxième objectif du projet était de réaliser des essais de laboratoire pour caractériser les émissions de composés organiques volatils par divers matériaux de construction actuellement disponibles. Des échantillons ont été choisis parmi les matériaux utilisés dans les maisons performantes et les maisons de Halifax. Les matériaux provenant des maisons performantes étaient représentatifs de matériaux actuellement disponibles qui ont été vieilliss pendant une période de six à dix-huit mois. Les matériaux provenant des maisons R2000 de Halifax étaient des matériaux neufs, non vieilliss, qui devraient être représentatifs des matériaux installés dans les maisons neuves ordinaires. Les échantillons ont été choisis dans les classes de matériaux suivantes : tapis, matelassure en mousse, couvre-plancher en vinyle, produits du bois de haute performance, isolant en plastique alvéolaire, placoplâtre et peinture au latex.

Le but des essais réalisés avec les matériaux provenant des maisons performantes était double : recueillir des données techniques sur les caractéristiques des émissions que l'on peut prévoir dans les maisons plus récentes et fournir des données qui seraient utilisées dans des simulations sur ordinateur pour estimer les paramètres relatifs à la qualité de l'air intérieur en fonction des caractéristiques d'émission de la source et des caractéristiques de l'aération dans la maison. Les données relatives aux maisons d'Halifax peuvent être utilisées dans des algorithmes techniques pour estimer les caractéristiques initiales de la qualité de l'air intérieur dans les maisons nouvellement construites. Les données sur les émissions par les matériaux de construction peuvent également aider les constructeurs à identifier les matériaux de construction qui émettent

peu de COV. De plus, les constructeurs se rendront mieux compte qu'il est important d'obtenir des données spécifiques plutôt que de se fier à des données générales provenant d'essais réalisés sur des matériaux "similaires". En tout, 37 matériaux ont été soumis aux essais relatifs aux émissions de COV et 20 matériaux ont été soumis aux essais relatifs aux émissions de formaldéhyde (HCHO).

Les résultats des essais de caractérisation des émissions couvrent une vaste gamme de valeurs, à la fois entre les différentes classes de matériaux et à l'intérieur d'une même classe. Par exemple, pour les tapis, les concentrations de composés organiques volatils totaux (COVT) varient de 18 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ à 56 000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$. Pour la plupart des autres classes de matériaux, la fourchette est plus étroite, avec un facteur de variation généralement égal à 10^1 ou 10^2 .

Les résultats des essais ont également montré que, malgré le fait que certains matériaux spécifiques puissent poser des problèmes, les émissions totales dans les maisons neuves proviennent de divers matériaux couramment utilisés dans la construction. Il est donc très important d'établir une méthode rationnelle pour évaluer les conséquences de l'utilisation de matériaux spécifiques sur la qualité globale de l'air intérieur. Une telle méthode aidera les constructeurs à choisir judicieusement les matériaux utilisés et elle leur permettra d'évaluer les conséquences relatives des matériaux choisis sur la qualité globale de l'air intérieur.