



**Development and Evaluation of a new
Depressurization Spillage Test
for Residential Gas-Fired
Combustion Appliances**

Final Report

Prepared For:

CANMET Energy Technology Centre-Ottawa and Canada Mortgage and Housing Corporation
Sustainable Buildings & Community Group Technical Policy and Research Group
Department of Natural Resources Canada 700 Montreal Road
Ottawa, Ontario Ottawa, Ontario
Canada, K1A 0E4 Canada, K1A 0P7

July 2005

Prepared By:

Peter Edwards Co.
Energy Systems
Environment and Product Design/Application Specialist
1277 Tredmore Drive, Mississauga, ON, L5J 3V5
Tel: (905) 822-6524; Fax: (905) 823-6843
E-Mail: pfedwards@sympatico.co

Scientific Authority:

James Glouchkow and
CANMET Energy Technology Centre-Ottawa
Sustainable Buildings and Communities Group
Energy Technology and Programs Sector
Department of Natural Resources Canada
Government of Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4

Don Fugler
Canada Mortgage and Housing Corporation
Technical Policy and Research Group
700 Montreal Road
Ottawa, Ontario
Canada, K1A 0P7

CITATION

Peter Edwards Co., Energy Systems, Environment and Product Design/Application Specialist. *Development and Evaluation of a new Depressurization Spillage Test for Residential Gas-Fired Combustion Appliances*. Sustainable Buildings and Communities Group, Energy Technology and Programs Sector, CANMET Energy Technology Centre–Ottawa, (CETC-O), Department of Natural Resources Canada, Government of Canada, Ottawa, Ontario, 2005. (33 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

CANMET Energy Technology Centre-Ottawa (CETC-O)
Energy Technology and Programs Sector
Department of Natural Resources Canada
Government of Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4

DISCLAIMER

This report is distributed for informational 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, its ministers, officers, employees nor agents make any warranty or representation, expressed or implied, with respect to the use of any information, apparatus, method, process or similar items disclosed in this report, that such use does not infringe on or interfere with the privately owned rights, including any party's intellectual property or assume any liability or responsibility arising out of this report.

NOTE

Funding for this project was provided by the Federal Panel on Energy Research and Development, CANMET Energy Technology Centre-Ottawa (CETC-O), Department of Natural Resources Canada and the Technical Policy and Research Group, Canada Mortgage and Housing Corporation, (CMHC).

Acknowledgements

The author would like to thank Jamie Glouchkow, NRCan and Don Fugler, CMHC for their guidance and support during this project, including their reviews and thoughtful comments relating to the draft project reports.

Abstract

NRCan, in partnership with CMHC, carried out a project to evaluate the performance of a small sample of residential combustion appliances using a new depressurization spillage test procedure. The tests were done at a Canadian commercial testing laboratory. The new combustion spillage test was relatively easy to perform. Seven gas-fired appliances were tested at 50 Pa depressurization: three had no detectable spillage; three had minor, but measurable spillage; one had significant spillage.

The new depressurization spillage test can be easily performed in-house by manufacturers and certification agencies. It can help them to differentiate products in terms of spillage resistance and assist manufacturers to improve and market more spillage-resistant combustion appliances.

Table of Contents

Summary & Introduction	1
Project Background	5
Dealing with Combustion Spillage	7
Overview of Test Method	8
Test Results	12
Discussion	13
Products Sampled	13
Accuracy and Repeatability	13
The 2% Spillage Limit	15
Minimizing Uncertainties	15
Conclusions and Recommendations	16

List of Attachments

- Attachment 1: Carbon Dioxide Production Factors: Natural Gas**
- Attachment 2: Depressurization Spillage Test Procedure and Calculations**
- Attachment 3: Sample Calculation and Test Data**
- Attachment 4: Photographs of Selected Products in Test Room**

Summary & Introduction

A new combustion depressurization spillage test for residential combustion appliances has been developed. The test has been designed to accurately measure the amount of combustion spillage from residential combustion appliances and their venting systems when they operate at selected levels of depressurization. The new test uses carbon dioxide (CO₂) that is produced in the fuel combustion process as a tracer gas. The test method has been designed so that it will not require the use of precision space conditioning facilities during the test.

During this project seven (7) gas-fired appliances were purchased and installed to evaluate both the new combustion spillage test and the appliances. The appliances were chosen to cover a cross-section of the types of gas-fired equipment that are commonly installed in Canadian homes.

The sample set comprised:

- Two power-vented storage-tank water heaters
- One code-compliant “mid-efficiency” furnace (with the approved supplemental side wall venting kit that would be required for most if not all “Category 1” negative-vent pressure appliances)
- Two high efficiency “condensing” furnaces
- Two “direct-vent” gas fireplaces

The products and their venting systems were purchased from regular HVAC distributors and they were shipped directly to the testing laboratory by the distributors. Each product was installed in a test room that had been equipped with an exhaust fan that allowed the room to be depressurized to selected levels. Each of the products was installed, following the manufacturer’s certified installation instructions and using the maximum equivalent length and type of venting materials specified by the manufacturer. The condensing furnaces are approved for installation as either direct-vent or as “single-pipe” systems. They were installed as “single-pipe” units, drawing their combustion air from inside the depressurized test room.

For each unit, tests were initially performed with the test room depressurized by 50 Pa (0.2 inches H₂O) compared with the pressure outside the room. If the combustion spillage exceeded 2%, the test was repeated with the room depressurized by 20 Pa (0.08 inches H₂O). Finally, if the measured spillage exceeded 2% at 20 Pa, a test was performed with the room depressurized by 5 Pa (0.02 inches H₂O).

Each appliance was operated for a five minute period of burner operation with the room depressurization level controlled at the selected value. The burner fuel consumption, the concentration of CO₂ in the test room, and the exhaust fan flow rate were monitored throughout the five minute combustion period. Measurements were continued for two minutes immediately following burner shutoff to ensure that any transient spillage of

combustion products into the test room that occurred after the burner shut off would be included in the test. Similarly, the exhaust fan was operated to produce the required depressurization level prior to activating the appliance to ensure that any ignition-related transient spillage that occurred at the start of the test cycle would also be included.

For each test, the amount of CO₂ that was released into the test room from the appliance and its combustion venting system during the test cycle was determined from the measurements. This was compared with the amount of CO₂ that would be produced by combustion of the fuel that was consumed during the test. The ratio of the two provides a direct measure of the combustion spillage of the appliance and its venting system during each test.

The 50 Pa depressurization tests results were quite interesting:

- Three products had essentially undetectable levels of combustion spillage
- Three products had low, but measurable combustion spillage (between 0.7% and 1.5%)
- One product had significant combustion spillage (approximately 13%)

Looked at from a different perspective, if one assumes a performance benchmark for a combustion appliance to have less than 2% combustion spillage at its rated depressurization level, six of the seven appliances that were evaluated with the new spillage test would have “passed” at 50 Pa. The seventh product would not “pass” at either 50 Pa (13% spillage) or at 20 Pa (4% spillage). It would “pass” the test at 5 Pa, at which pressure there was no detectable combustion spillage.

The detailed test results are published in a separate laboratory test report¹. The results are summarized in Table 1.

This report is intended to provide some of the background for this project and to discuss the test concept and assumptions. It also includes a detailed description of the test procedure that incorporates what was learned during the laboratory testing project. The updated test procedure now includes SI units in the calculations.

¹ *Laboratory Evaluation to Assess a proposed Test Method to Determine Transient Combustion Spillage, Bodycote Materials Testing Report 04-06-M278b for NRCAN, July 2005*

Résumé

Introduction

Un nouveau test de vérification des émanations d'appareils à combustion résidentiels a été mis au point. Il vise à mesurer avec justesse la quantité d'émanations de produits de combustion que rejettent les appareils résidentiels et leur système d'évacuation lorsqu'ils fonctionnent à certains degrés de dépressurisation. Le nouveau test fait appel au dioxyde de carbone (CO₂), à titre de gaz traceur, produit lors du processus de combustion. Le mode opératoire a été conçu de façon à ne pas requérir l'emploi d'installations de conditionnement de précision.

Au cours de la recherche, les sept appareils à gaz acquis ont été installés dans le but d'éprouver aussi bien le nouvel essai d'émanations de combustion que les appareils. Les appareils à gaz ont été choisis de manière à constituer un échantillon représentatif de ce qui s'installe couramment dans les maisons.

L'échantillon était constitué des appareils suivants :

- deux chauffe-eau munis d'un évent à tirage mécanique;
- un générateur de chaleur d'efficacité moyenne, conforme au code (avec kit d'évacuation murale approuvé, requis pour la plupart sinon pour l'ensemble des appareils à conduit d'évent à pression négative de catégorie 1);
- deux générateurs de chaleur à condensation d'efficacité élevée;
- deux foyers à gaz reliés à un conduit d'évacuation direct.

Les produits et leur système d'évent ont été acquis de distributeurs courants de produits de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air, qui les ont expédiés directement au laboratoire d'essai. Chacun des produits a été installé dans une chambre d'essai équipée d'un ventilateur d'extraction permettant de la dépressuriser aux degrés voulus. Tous les produits ont été installés conformément aux instructions du fabricant, moyennant le type et la longueur équivalente maximale de l'évent spécifiés par le fabricant. Les générateurs à condensation sont approuvés pour être raccordés à un conduit d'évacuation direct ou à un seul conduit. Ils ont été raccordés à un seul conduit et ainsi tiraient leur air comburant de l'intérieur de chambre d'essai dépressurisée.

Pour chaque appareil, les essais ont, au départ, été effectués alors que la chambre d'essai avait subi une dépressurisation de 50 Pa (0,2 po de H₂O) par rapport à la pression à l'extérieur de la chambre. Si les émanations de produits de combustion dépassaient 2 %, l'essai était répété à une dépressurisation de 20 Pa (0,08 po H₂O). Enfin, si les émanations mesurées dépassaient 2 % à une dépressurisation de 20 Pa, l'essai était effectué la chambre dépressurisée de 5 Pa (0,02 po de H₂O).

Le brûleur de chaque appareil a fonctionné pendant une période de cinq minutes, le niveau de dépressurisation de la chambre étant maintenu à la valeur choisie. La

consommation du brûleur en combustible, la concentration de CO₂ dans la chambre d'essai, et le débit du ventilateur d'extraction ont été contrôlés pendant la période complète de cinq minutes. Les prélèvements ont été poursuivis pendant deux minutes après l'arrêt du brûleur pour que toutes les émanations de combustion rejetées dans la chambre d'essai après l'arrêt du brûleur soient incluses dans les résultats d'essais. De même, le fonctionnement du ventilateur d'extraction visait à assurer le niveau de dépressurisation requis avant de faire fonctionner l'appareil pour que toutes les émanations transitoires lors de l'allumage au début du cycle d'essai soient également incluses.

Pour chacun des essais, la quantité de CO₂ rejetée dans la chambre d'essai par l'appareil et son événement au cours du cycle d'essais a été déterminée par des prélèvements. Ils ont par la suite été comparés à la quantité de CO₂ dégagée par la consommation de combustible lors de l'essai. Le rapport des deux fournit une mesure directe des émanations de produits de combustion de l'appareil et de son événement au cours de chacun des essais.

Les résultats des essais de dépressurisation à 50 Pa se sont révélés plutôt intéressants :

- trois produits ont enregistré des niveaux d'émanations essentiellement indétectables;
- trois produits ont rejeté de faibles, mais tout de même mesurables, émanations de combustion (fluctuant entre 0,7 % et 1,5 %);
- un produit a rejeté d'importantes émanations de combustion (environ 13 %).

Selon une perspective différente, si l'on présume que le repère en matière de performance pour un appareil à combustion établit le rejet d'émanations inférieures à 2 % au niveau de dépressurisation coté, six des sept appareils éprouvés selon le nouveau test l'ont « passé » à une dépressurisation de 50 Pa. Le septième produit n'a pas « réussi » ni à 50 Pa (émanations de 13 %) ni à 20 Pa (émanations de 4 %). Il a réussi l'essai à une dépressurisation de 5 %, n'enregistrant aucune émanation de combustion détectable.

Les résultats détaillés des essais en laboratoire ont fait l'objet d'un rapport distinct intitulé *Laboratory Evaluation to Assess a proposed Test Method to Determine Transient Combustion Spillage, Bodycote Materials Testing Report 04-06-M278b for NRCAN, July 2005*. Par ailleurs, le tableau 1 résume les résultats.

Le rapport est destiné à offrir un contexte pour la recherche et à traiter de la notion des essais et des hypothèses. Il comprend aussi une description détaillée de la méthode d'essai qui intègre les connaissances acquises au cours des essais en laboratoire. La méthode d'essai actualisée comporte maintenant des unités SI dans les calculs.