

Le Test d'Ébullition de l'Eau

Version 4.2.3

*Émissions et efficacité des foyers
dans des conditions contrôlées de laboratoire*

Publié le 19 mars 2014

Résumé des mises à jour 4.2.3

La feuille de calcul a été mise à jour pour inclure:

- Des options pour utiliser le bilan carbone et les méthodes de capture totale des émissions,
- Un plus grand nombre de feuilles de calcul pour un maximum de 10 répétitions de test,
- Des corrections des erreurs de calcul restantes
- Des mises à jour des entrées et des calculs de la température de la gaine
- Une amélioration de la mise en forme, et
- Une nouvelle feuille de calcul pour faciliter le téléchargement sur le catalogue pour la cuisson propre.

Le document de protocole a été mis à jour, afin d'inclure les instructions pour ces nouveaux aspects. Pour une description complète des mises à jour, nous vous prions de vous référer au document « Feuille de calcul WBT 4.2.3 Changes » sur la page du site Internet des Protocoles d'essais à <http://www.cleancookstoves.org/our-work/standards-and-testing/learn-about-testing-protocols/>.

Résumé des principales mises à jour 4.2 (publié le 26 janvier 2013)

Prise en compte des observations de la période de consultation publique se terminant le 1^{er} décembre 2009. La période de consultation a été organisée par le Partenariat pour l'Assainissement de l'Air Intérieur (Partnership for Clean Indoor Air (PCIA)) de l'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (US EPA), avec des mises à jour coordonnées par le PCIA et l'« Alliance mondiale pour les foyers améliorés » (Global Alliance for Clean Cookstoves), ci-après « l'Alliance ».

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

Mis à jour pour correspondre à l'Accord international d'atelier de l'Organisation Internationale de Normalisation « International Organisation for Standardisation (ISO) International Workshop Agreement (IWA) ».

Des erreurs de calcul ont été corrigées.

Mises à jour de formulation et de mise en page pour améliorer la clarté et la lisibilité.

Les annexes 2 et 4 ont été mises à jour pour prendre en compte ces changements, et une version mise à jour du TEE sera publiée.

Les reponses aux commentaires du comite technique peuvent etre trouvees a l'adresse : <http://www.cleancookstoves.org/our-work/standards-and-testing/learn-about-testing-protocols/>

TABLE DES MATIERES

I.	Introduction et contexte	2
A.	Avantages et limites du TEE.....	2
B.	Test d'émissions.....	3
C.	Interprétation des mesures du test d'Ébullition de l'eau	4
D.	Structure du document	4
II.	Test d'Ébullition de l'Eau : vue d'ensemble.....	5
A.	Test d'émissions.....	6
III.	Préparation du laboratoire	7
A.	Étalonnage.....	7
B.	Réunir l'équipement nécessaire.....	7
C.	Se procurer la table/feuille de calcul.....	8
D.	Déterminer le point d'ébullition local	8
E.	Configurer les mesures d'émissions, facultatif	8
IV.	Préparation pour le test.....	9
A.	Sécurité et santé	9
B.	Test d'un nouveau foyer.....	9
C.	Choisir le combustible et la(es) marmites pour le test	9
D.	Préparation quotidienne	10
V.	Protocole du Test d'Ébullition de l'Eau (TEE)	11
A.	Temps nécessaire	11
B.	Considérations importantes pour les tests.....	11
C.	Préparation pour chaque série des 3 Tests d'Ébullition de l' Eau (TEE).....	11
D.	Préparation pour chaque TEE	13
E.	Instructions pour les phases du TEE	15
	TEE Phase 1 : Haute puissance (Démarrage à froid)	15
	TEE Phase 2: Haute puissance (Démarrage à chaud)	18
	TEE Phase 3 : Basse puissance (mijotage)	20

F.	Finalisation	22
VI.	Interprétation des résultats du Test d'Ébullition de l'Eau.....	24
A.	Mesures couramment utilisées.....	24
B.	Mises en garde	24
C.	Caractéristiques du foyer.....	24
D.	Mesures d'efficacité	25
E.	Les mesures d'émissions	26
F.	Mesures supplémentaires	26

I. INTRODUCTION ET CONTEXTE

Le Test d'Ébullition de l'Eau (TEE) est une simulation simplifiée du processus de cuisson. Il vise à mesurer ***l'efficacité avec laquelle un foyer utilise du combustible pour chauffer de l'eau dans une marmite et mesurer la quantité des émissions produites pendant la cuisson.***

A. AVANTAGES ET LIMITES DU TEE

Le test de performance TEE peut être effectué dans le monde entier un équipement simple (si les émissions sont mesurées, un équipement plus complexe est nécessaire). Ses avantages principaux sont :

- Fournir une évaluation initiale ou en conditions de laboratoire de la performance d'un foyer dans un milieu contrôlé
- Comparer l'efficacité de différents modèles lors de la réalisation de tâches similaires
- Évaluer les modifications réalisées sur les foyers durant leur développement
- Choisir les produits les plus prometteurs pour des essais de terrain
- S'assurer que les foyers fabriqués atteignent les performances attendues lors de la conception

Tous les tests standardisés impliquent des compromis. Quand les conditions sont fortement contrôlées et que la variabilité est réduite, un test permet de mieux détecter des petits changements. Toutefois, un test plus contrôlé est souvent moins représentatif de la cuisson réelle. Les tests contrôlés sont appropriés pour comparer les divers aspects techniques de la conception du foyer et pour des pré-évaluations des performances sur le terrain. Alors que les tests en laboratoire permettent de faire la différence entre les foyers, les tests sur le terrain donnent de meilleures informations sur leur performance dans des conditions d'utilisation réelle.

Le Test d'Ébullition de l'Eau a été développé pour évaluer la performance d'un foyer en conditions contrôlées et c'est donc probablement celui ressemblant le moins à la façon de cuisiner locale parmi les autres tests décrits ci-dessous. Bien que le TEE soit un outil utile pour les raisons évoquées ci-dessus, il est important de rappeler ses limites. Il s'agit d'une approximation de la procédure de cuisson et le test est effectué dans des conditions contrôlées par des techniciens formés. Les résultats de tests en laboratoire pourraient être différents des résultats obtenus en faisant cuire des aliments réels avec des combustibles locaux, même si la performance et les émissions ont été mesurées exactement de la même façon pour les deux tests. Pour confirmer que les projets de foyer ont l'impact désiré (que ce soit l'économie de combustibles, la réduction de fumée, ou autre), les foyers doivent être mesurés dans les conditions réelles d'utilisation.

Pour comprendre comment les foyers fonctionnent avec les produits alimentaires, les pratiques culinaires et les combustibles locaux, les testeurs de foyer devraient utiliser le Test de Cuisson Contrôlée (TCC) qui a été développé en parallèle du TEE. Le TCC (CCT) est également un test de laboratoire mais il est réalisé en préparant une version standardisée d'un repas local. Le Test de Cuisine non Contrôlé « (UTC) » est mené sur le terrain et pendant son déroulement, les cuisiniers choisissent le repas qu'ils souhaitent, font fonctionner le foyer de la manière qu'ils jugent appropriée, en utilisant les marmites qu'ils estiment adaptées aux tâches. Un Test de Performance de Cuisine (TPC) « KPT » qui compare la consommation de combustibles de ménages utilisant le foyer amélioré à celle de ménages utilisant le foyer traditionnel, devrait être mené pour évaluer les changements dans la consommation de combustibles des utilisateurs de

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

foyer. Ce test de terrain comprend deux enquêtes qualitatives: la première aide les responsables de la mise en œuvre (concepteurs de projet, producteurs, distributeurs ou investisseurs) à étudier les pratiques culinaires et les comportements des ménages avant l'introduction d'un nouveau foyer et l'autre leur fournit des données de suivi, 3 à 6 mois après que le foyer a été introduit dans un ménage. Le TPC comprend également une procédure pour comparer la consommation de combustible dans les ménages utilisant différents types de foyers.

Les essais sur le terrain sont également importants pour valider les résultats des crédits carbone et estimer les contributions à l'émission des gaz à effet de serre ou à la pollution de l'air. **Le test sur le terrain est essentiel pour justifier les impacts réels sur la consommation de combustibles, les émissions de gaz à effet de serre ou la pollution atmosphérique résultant des foyers.** Ce document décrit uniquement le test d'ébullition d'eau seulement. Les instructions pour les autres tests en laboratoire, le Test de Cuisson Contrôlée, le Test de Cuisson Incontrôlée et le Test des Performances Culinaires sont données dans des documents séparés, avec des mises à jour disponibles sur le site Internet www.cleancookstoves.org.

Ce test a été initialement conçu pour les foyers à bois, mais a été adapté pour s'ajuster à d'autres types de foyers et de combustibles. Voir l'annexe 2 pour une discussion sur l'utilisation de combustibles non ligneux.

Les testeurs expérimentés qui sont intéressés par l'évaluation de variables supplémentaires pouvant avoir une incidence sur la performance des foyers peuvent consulter les commentaires postés sur le site Internet www.cleancookstoves.org.

B. TEST D'ÉMISSIONS

L'efficacité énergétique a été un élément déterminant pour l'orientation des premiers programmes de foyers domestiques. Nous savons maintenant que les polluants de l'air émis par l'utilisation de combustibles solides ont beaucoup d'impacts sur la santé et l'environnement. Ce document contient des instructions pour mesurer les polluants émis par le foyer pendant le processus de cuisson, mais ces étapes peuvent ne pas être réalisées par des personnes qui n'ont pas l'équipement nécessaire. L'efficacité et les émissions doivent être évaluées avec le même protocole, car les changements dans l'utilisation des foyers et leur conception affectent ces deux paramètres.

Alors que la consommation de combustible est relativement simple à mesurer, les mesures pour déterminer les émissions polluantes sont significativement plus compliquées. En complément des instructions pour mesurer l'efficacité de combustion, le TEE fournit aussi des directives pour mesurer les polluants et obtenir les valeurs de performance pour le foyer. En combinant ces éléments avec la mesure de l'efficacité, nous pouvons déterminer un autre paramètre utile : les émissions par tâche. Le TEE mesure les émissions: pas celles *auxquelles les humains sont exposés*, mais *quels polluants sont émis par les foyers*. Ceci est une façon plus directe de comparer deux foyers que de comparer les concentrations de composants dans l'air d'un milieu fermé. D'autres organisations ont élaboré des protocoles importants pour déterminer l'exposition en milieu fermé. Des modèles informatiques ont aussi été développés pour estimer les concentrations de composants en milieu fermé à partir des émissions des foyers et d'autres paramètres.

C. INTERPRETATION DES MESURES DU TEST D'ÉBULLITION DE L'EAU

Un excellent foyer aura de bons résultats d'efficacité, d'émissions et d'autres performances comme le temps mis pour arriver à l'ébullition. Les foyers intermédiaires pourront ne pas être aussi performants dans l'une de ces catégories. Les programmes de foyers, les distributeurs et les utilisateurs ont chacun des priorités spécifiques qui devraient être indiqués aux testeurs et aux concepteurs. Les résultats peuvent varier en fonction de l'expérience du testeur. Les tests devraient donc être menés par des techniciens pleinement formés. L'Alliance travaille avec le réseau mondial des centres régionaux de test et de connaissances (RKTC) pour assurer la formation des techniciens réalisant les TEE.

D. STRUCTURE DU DOCUMENT

Le chapitre principal de ce document ne comprend que le protocole (les étapes) que les testeurs utiliseront systématiquement. D'autres instructions, les équations détaillées mises en œuvre dans le Test d'Ébullition de l'Eau et quelques notes historiques sont données dans les Annexes, qui sont listées ci-dessous.

L'Annexe 1 (Préparation pour le Test d'Ébullition de l'Eau) devrait être lue attentivement avant de commencer à faire des tests.

L'Annexe 2 (Modifications du Test d'Ébullition de l'Eau) est nécessaire si les pratiques habituelles de cuisine incluent des foyers utilisant des combustibles autres que le bois ou des foyers multi-marmites.

L'Annexe 3 (Historique du Test d'Ébullition de l'Eau), l'Annexe 4 (Calculs servant à déterminer les indicateurs de performance) et l'Annexe 8 (Questions en suspens sur le TEE) peuvent être intéressantes pour les testeurs qui veulent comprendre l'histoire et les aspects techniques du test.

L'Annexe 4 (Calcul des indicateurs de performances du TEE) explique les équations qui sont utilisées pour calculer les indicateurs de performance dans le classeur Excel.

L'Annexe 5 (Leçons de statistique pour le Test de Performance) devrait être lue par tous les testeurs à un moment donné même si ce n'est pas nécessaire avant de commencer à explorer le test.

L'Annexe 6 (Mesure des émissions) devrait être lue pour réaliser des mesures d'émissions.

L'Annexe 7 (Formulaires d'enregistrement des données du TEE) fournit les formulaires qui peuvent être imprimés pour le relevé manuel de données.

L'Annexe 8 (Questions en suspens sur le TEE) peut être intéressante pour les testeurs qui veulent comprendre les aspects techniques qui doivent encore être résolues.

L'Annexe 9 (Exigences pour les tests pour l'Accord international d'atelier de l'ISO décrit les développements récents des normes internationales en matière de performance des foyers et de normes de réalisation de test de l'IWA ISO.

II. TEST D'ÉBULLITION DE L'EAU : VUE D'ENSEMBLE

Le TEE se compose de trois phases qui se suivent immédiatement l'une après l'autre. Ces phases sont abordées ci-dessous et représentées graphiquement dans la Figure 1. Le TEE doit être effectué entièrement au moins trois fois pour chaque foyer, ce qui constitue alors un jeu de test TEE. Le cahier de test pour TEE 4.2.3 peut contenir des résultats pour 10 tests.

- 1) Pour la **phase haute-puissance avec démarrage à froid**, le testeur commence avec le foyer à température ambiante et utilise un lot pré-pesé de combustible pour faire bouillir une quantité mesurée d'eau dans une marmite standard. Le testeur remplace alors l'eau bouillante par une marmite d'eau à température ambiante pour réaliser la deuxième phase du test.
- 2) La **phase haute-puissance avec démarrage à chaud** est menée après la première phase pendant que le foyer est encore chaud. De nouveau, le testeur utilise un lot pré-pesé de combustible pour faire bouillir une quantité mesurée d'eau dans une marmite standard. La répétition du test haute puissance avec un foyer chaud permet d'identifier les différences de performance entre un foyer quand il est froid et quand il est chaud. Ceci est particulièrement important pour les foyers avec une masse thermique élevée, puisque ces foyers peuvent être maintenus chauds dans la pratique.
- 3) La **phase de mijotage** révèle la quantité de combustible nécessaire pour faire mijoter une quantité mesurée d'eau à une température tout juste inférieure au point d'ébullition pendant 45 minutes. Cette étape simule la cuisson lente des légumineuses ou légumes secs communs presque partout dans le monde.

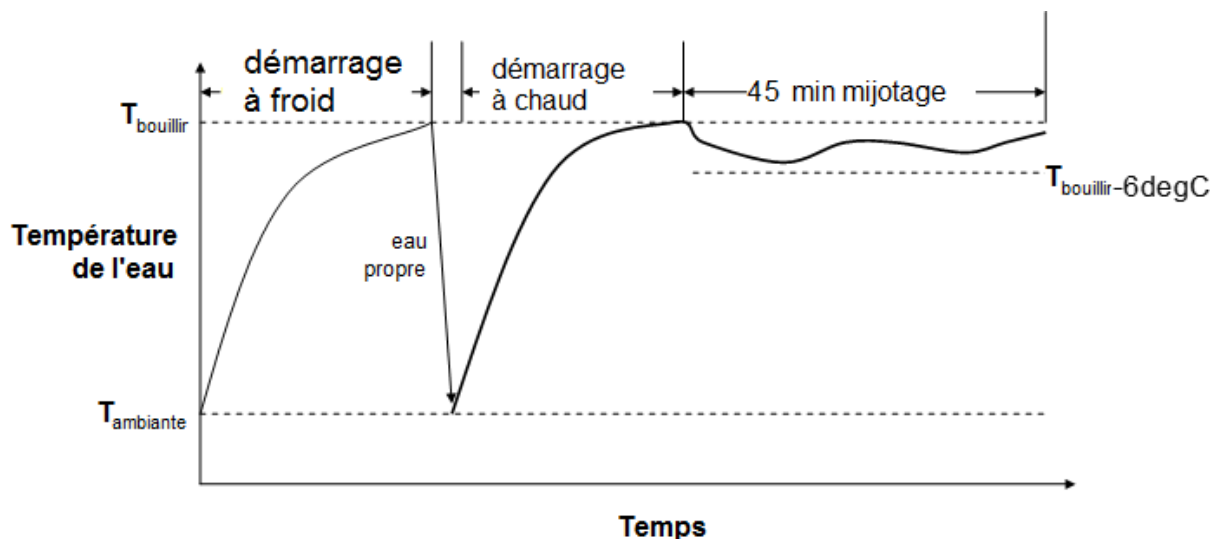


Figure 1. Température pendant les trois phases du test d'ébullition de l'eau. (Figure credit: Nordica MacCarty)

Un test complet d'un foyer doit toujours inclure les trois phases de test. Un test rapide pour un usage interne peut ne comprendre que les phases de démarrage à froid et de mijotage si le foyer est de masse

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

faible (pas de céramique) et que les TEE antérieurs ont montré que les phases de démarrage à froid et de démarrage à chaud aboutissent aux mêmes résultats.

A. TEST D'EMISSIONS

Ce protocole de test de base comprend des instructions facultatives Annexe 6 pour la mesure des concentrations de monoxyde de carbone (CO), de particules fines (PM) et de dioxyde de carbone (CO₂) dans les fumées des foyers. D'autres polluants peuvent également être mesurés.

III. PREPARATION DU LABORATOIRE

Cette section décrit les étapes nécessaires pour préparer votre laboratoire pour la réalisation de tests. L'étalonnage doit être fait régulièrement. Les autres étapes doivent être effectuées uniquement une seule fois par site.

A. ÉTALONNAGE

L'équipement, incluant les thermocouples, balances et équipement de mesure des émissions, doit être régulièrement étalonné pour assurer la standardisation des résultats. Les stations de mesure du débit d'air dans les tunnels de dilution peuvent être calibrées à l'aide d'un tube de Pitot. Les thermocouples peuvent être calibrés à l'aide de valeurs connues et fixes (c'est à dire bain de glace et eau bouillante). Les systèmes d'échantillonnage par filtre, doivent subir un contrôle d'étanchéité en pression négative. Les capteurs de pression barométrique peuvent être étalonnés à l'aide d'un étalonneur automatique de pression. Les capteurs d'humidité relative peuvent être étalonnés en utilisant des solutions salines aqueuses. La précision des balances et des chronomètres peuvent être vérifiés respectivement avec des masses de test et une horloge de référence. Pour l'équipement de mesures des émissions, l'étalonnage peut être fait par un contrôle du zéro en utilisant du gaz comprimé. Tous les composants principaux doivent être vérifiés pour s'assurer de leur bon fonctionnement et être réparés si nécessaire. La maintenance des équipements de laboratoire devrait être effectuée selon les recommandations du fabricant et en fonction des besoins.

Consultez d'autres ressources, par exemple les procédures opérationnelles standards de US EPA, pour plus de renseignements et des directives sur la fréquence de l'étalonnage.

B. REUNIR L'ÉQUIPEMENT NECESSAIRE

- Une balance avec une capacité d'au moins 6 kg avec une précision de ± 1 grammes
- Matériel résistant à la chaleur pour protéger la balance
- Un thermomètre numérique, précis à 1/10ème de degré, avec sonde thermocouple adaptée à l'immersion dans les liquides.
- Testeur d'humidité pour bois ou une étuve de séchage et une balance (l'humidimètre est moins précis, particulièrement pour le bois très humide)
- Un Chronomètre
- Un Mètre ruban pour mesurer le bois et le foyer (cm)
- Des marmites standard: les marmites qui sont utilisés dans votre région et qui ont un volume d'environ 7 litres (pour des tests de 5 litres) ou 3,5 litres (pour des tests de 2,5 litres). Pour chaque taille, vous choisirez une forme standard (hauteur et circonférence) qui est utilisée dans votre zone.
- Un support en bois ou en métal pour maintenir le thermocouple dans l'eau (voir l'Annexe 1.1)
- Une petite pelle/spatule pour retirer le charbon de bois du fourneau

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

- Des pinces à charbon pour la manipulation du charbon de bois
- Une pelle à poussière pour le transfert du charbon de bois
- Un plateau métallique pour contenir le charbon de bois pendant le pesage
- Des gants résistants à la chaleur
- (Facultatif) Équipement des mesures d'émissions (Voir Annexe 6).

C. SE PROCURER LA TABLE/FEUILLE DE CALCUL

Les mesures du Test d'Ébullition de l'Eau peuvent être enregistrées dans la table de calcul Excel intitulée

WBT_data-calculation_sheet_4.2.3.xls

qui est fournie sur le site Web: <http://www.cleancookstoves.org/our-work/standards-and-testing/learn-about-testing-protocols/>. Cette feuille de calcul utilise les équations indiquées dans l'Annexe 4. Vous pouvez aussi faire les calculs manuellement, en suivant les équations de l'Annexe 4. Le TEE et les tables de calcul peuvent être mises à jour et le WBT_data-calculation_sheet_4.2.2.xls peut ne plus être la version la plus actualisée. **Assurez-vous s'il vous plaît que vous avez la dernière version de la feuille de calcul et du protocole en visitant le site web.**

Ce document suppose que vous utiliserez le fichier Excel. Il indique les feuilles dans le fichier où les données seront entrées comme ceci : [NameOfSheet]. Par exemple, les résultats des tests sont visibles dans la feuille [Results].

La feuille [Résumé IWA] [IWA Summary] est le dernier formulaire de rapport de niveau IWA auparavant disponible uniquement sous la forme d'un document Word séparé, maintenant inclus dans le modèle pour une communication facilitée des résultats.

Vous n'utiliserez pas les feuilles [Calorific values] et [Lists]. Celles-ci contiennent des données qui sont utilisées pour les calculs dans différentes feuilles de la feuille de calcul.

La feuille [Importation du catalogue de données] [Catalog Import Data] contient les paramètres de synthèse à partir de la feuille de calcul [tableur/tableau] qui permet le téléchargement direct dans le catalogue de cuisson propre situé à <http://catalog.cleancookstoves.org/>. Ne modifiez pas les informations sur cette feuille de calcul et ne changez pas son emplacement (le dernier), car cela se traduira par une erreur lors du téléchargement du résultat du test.

D. DETERMINER LE POINT D'EBULLITION LOCAL

Voir l'Annexe 1.2.

E. CONFIGURER LES MESURES D'EMISSIONS, FACULTATIF

Voir l'Annexe 6.

IV. PREPARATION POUR LE TEST

A. SECURITE ET SANTE

Pour assurer la sécurité et la santé du testeur, un masque respiratoire et des lunettes de protection devraient être utilisées.

B. TEST D'UN NOUVEAU FOYER

Effectuer *au moins un test d'essai pratique* sur chaque type de foyer. Chaque testeur doit effectuer suffisamment de tests afin de se familiariser avec la procédure de test et les caractéristiques et le fonctionnement du foyer. Cela fournira une indication sur la quantité de combustible nécessaire pour faire bouillir la quantité d'eau dont on a besoin.

Les nouveaux foyers devraient également être utilisés quelques fois avant d'être testés car la performance d'un foyer peut varier s'il a déjà été utilisé fréquemment ou non. Les nouveaux foyers ont souvent des composants en céramique qui contiennent des quantités indéterminées d'humidité. Il est utile d'utiliser le foyer une première fois afin de chasser toute trace d'humidité avant de procéder à des tests. S'il y a une balance à disposition pour peser le foyer, le foyer doit être mis en fonctionnement jusqu'à ce que le poids du foyer soit stabilisé. Cela devrait être fait avec un feu de faible intensité parce que les grandes pièces en céramique peuvent être facilement endommagées si elles sont chauffées rapidement.

C. CHOISIR LE COMBUSTIBLE ET LA(ES) MARMITES POUR LE TEST

- 1) Déterminez le *type et les caractéristiques du combustible* que vous allez utiliser. Le type, la taille et l'humidité du combustible ont un effet important sur les résultats de tests de performance du foyer. C'est pourquoi tous les tests d'un même foyer, ou ***tous les tests pour comparer les différentes versions d'un foyer ou différents foyers entre eux, doivent être faits avec un combustible de type, de teneur en humidité et de taille semblable.*** Si possible, tout le combustible doit provenir de la même source d'approvisionnement.

Il n'y a pas de dimension ou de teneur en humidité standard qui soit recommandée pour l'ensemble des tests. Les testeurs doivent utiliser le combustible (type, taille et humidité) qui est disponible dans leur environnement proche. Voir aussi en page 20 la section « Modifications des conditions de test pour améliorer la répétabilité » pour une discussion concernant les types, dimensions et teneur en humidité des combustibles.

Les combustibles solides devraient être soigneusement séchés à l'air et de taille régulière. Rappelez-vous que le bois de 3-4 cm de diamètre mettra de 3 à 8 mois pour sécher entièrement, alors que les bouses ou les résidus de culture peuvent prendre moins de temps. Le séchage peut être accéléré en faisant circuler de l'air à travers le bois stocké. Documentez le type, la teneur en humidité et la taille du combustible.

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

Un combustible de 1,5 cm x 1,5 cm à 3 cm x 3 cm est recommandé. Si une comparabilité entre laboratoire est un objectif de vos tests, utilisez du bois dont les dimensions de la section est de 1,5 cm x 1,5 cm.

- 2) Déterminez le *type de marmite* que vous allez utiliser et enregistrez sa taille et sa forme. Une marmite de 7 litres devrait être utilisée sauf pour les situations suivantes:
 - a) Le foyer est conçu pour une marmite beaucoup plus petite et ne peut pas faire bouillir 5 litres d'eau (utiliser une marmite de 3,5 litres), *ou*
 - b) Il est extrêmement rare de faire bouillir jusqu'à 5 litres d'eau dans votre région (utilisez une marmite de 3,5 litres); *ou*
 - c) Le foyer est conçu pour une marmite spécifique (utilisez la marmite pour laquelle il a été conçu).

Si vous utilisez une marmite de 7 litres, utilisez 5 litres d'eau pour chaque phase du TEE. Si vous utilisez une marmite de 3,5 litres, utilisez 2,5 litres d'eau pour chaque phase.

Bien que certaines des mesures du TEE soient normalisées en fonction de la quantité d'eau bouillie, les résultats ne devraient pas être comparés entre des foyers de différentes tailles. La réalisation de tests avec une marmite de taille standard améliore la reproductibilité et la comparabilité. Voir aussi l'encadré en page 22 « Modifications des conditions de test pour améliorer la répétabilité ».

D. PREPARATION QUOTIDIENNE

La préparation pour les tests quotidiens peut être effectuée la veille

- 1) *Trouvez votre espace de travail.* Assurez-vous qu'il y a suffisamment d'espace et de temps pour effectuer le test sans être dérangé. Les tests devraient être effectués en intérieur dans une pièce protégée du vent, mais avec une ventilation suffisante pour évacuer les émissions nocives des foyers. Le vent ou les courants d'air modifiant les transferts de chaleur entre le foyer et la marmite, ils pourront avoir une incidence sur les résultats du test et doivent être évités.
- 2) *Préparez le combustible.* Préparez et pesez un lot de combustible pour chaque TEE qui sera réalisé. Chaque lot pèsera au moins 5 kg. Une quantité supérieure de combustible peut être nécessaire pour certains foyers, particulièrement ceux de masse élevée. Si du petit-bois est prévu pour démarrer le feu, il doit être préparé à l'avance et inclus dans les lots pré-pesés de combustible.
- 3) *Déterminez la teneur en humidité* du combustible à utiliser pendant le test. Voir les directives de l'Annexe 1.2.
- 4) *Préparez de l'eau.* Un minimum de 10 litres d'eau (ou 5 litres pour les petites marmites) pour chaque marmite qui sera utilisée est nécessaire pour réaliser les trois phases du TEE. Si l'eau est rare dans votre zone, l'eau utilisée un jour peut être refroidie et réutilisée pour les tests du lendemain. L'eau doit être à température ambiante au début du test. Ne commencez pas de tests avec de l'eau plus chaude que la température de la pièce de test.

V. PROTOCOLE DU TEST D'ÉBULLITION DE L'EAU (TEE)

A. TEMPS NECESSAIRE

Il faudra 1½ - 2 heures pour effectuer les phases de haute puissance (démarrage à froid et à chaud) et de basse puissance pour un foyer. Il faudra 4½ - 6 heures pour effectuer une série de trois TEE pour un foyer.

B. CONSIDERATIONS IMPORTANTES POUR LES TESTS

- 1) *Le système de cuisson* comprend un foyer, un combustible, une marmite, et un opérateur. Ces quatre composantes affectent les performances du système.
- 2) Aucun test ne devrait nécessiter que le foyer soit utilisé pour une tâche qui ne serait pas effectuée au cours de son fonctionnement normal.
- 3) Vous devez utiliser *un combustible et marmite identique* pour chaque test si vous souhaitez comparer des caractéristiques de foyers ou des modèles de foyers. Cependant, vous ne devez jamais utiliser un combustible ou une marmite pour lequel un foyer n'a pas été conçu.
- 4) *La façon d'utiliser un foyer* a un effet important sur les résultats des tests de performance du foyer. Tous les tests d'un même foyer, et tous les tests pour évaluer les différentes améliorations de conception d'un foyer, doivent être fait avec un mode d'utilisation constant du foyer. Documenter le mode d'utilisation avec des procédures écrites, des photos et des vidéos (si possible).

C. PREPARATION POUR CHAQUE SERIE DES 3 TESTS D'ÉBULLITION DE L'EAU (TEE)

- 1) Créez une nouvelle feuille de calculs Excel pour chaque série de tests en faisant une copie de la feuille de calculs « WBT-data-calculation-sheet_4.2.2.xls ». Les fichiers Excel doivent *toujours* avoir un nom unique ou un numéro de code.

Vous, le testeur, devez remplir toutes **les cellules grisées et les cellules avec des listes** (choix). Les autres cellules sont calculées automatiquement.

- 2) *Remplissez* la feuille « Informations Générales » [*General Information*]. Une copie de cette feuille est fournie dans l'Annexe 7 si vous voulez la remplir manuellement. Cette feuille vous demande de renseigner :
 - a) Description du foyer et du test
 - **Nom du(es) testeur(s)**
 - **Numéro ou code du test**

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

- **Date**
 - **Année**
 - **Lieu**
 - **Numéro de l'essai répété (si vous effectuez plus de 3 séries de tests)**
 - **Altitude**
 - **Type et modèle du foyer**
 - **Fabricant**
 - **Description et remarques concernant le foyer¹**
 - **Description de la casserole**
- b) Conditions ambiantes
- **Humidité relative de l'air (%)**
 - **Point local d'ébullition de l'eau (déterminé en utilisant l'Annexe 1.2) (°C)**
- c) Test d'émissions (facultatif)
- **Pression atmosphérique (kPa)**
 - **Pitot delta-P**
 - **Débit de la hotte (m³/h)**
- d) **Notes ou descriptions concernant le foyer ou d'autres opérations non incluses dans le présent formulaire**, notamment l'ajout de combustible lors des phases de haute puissance et de mijotage (vos tests d'essais ont dû vous permettre de connaître cette modalité)
- e) Description du combustible
- **Description générale du combustible**
 - **Type de combustible (choisissez dans la liste)**
 - **Description du combustible (choisissez dans la liste)**
 - **Longueur moyenne (cm)**
 - **Dimension de la section transversale (cm x cm)**
 - **Pouvoir calorifique supérieur et inférieur du combustible et du charbon produit et le contenu en carbone du charbon produit (par vos propres mesures ou remplis automatiquement en fonction du type de combustible sélectionné)**

¹ *Conseils pour la description du foyer : si possible, photographiez le foyer. Utilisez un mètre-ruban pour mesurer les dimensions du foyer. Un dessin en coupe transversale du foyer avec les dimensions peut être utile. Précisez les matériaux utilisés pour la fabrication du foyer. Utilisez une feuille supplémentaire si nécessaire.*

- **Description des allume-feu, petit bois ou bois d'allumage**

f) Description du déroulement de la phase à haute puissance

- **Comment le feu est allumé ?**
- **Quand ajoutez-vous du combustible ?**
- **Quelle quantité de combustible ajoutez-vous chaque fois ?**
- **A quelle fréquence attisez-vous le feu sans ajouter de combustible (en remuant par exemple) ?**
- **Contrôlez-vous l'air au-dessus ou au-dessous du feu ? Si oui, comment faites-vous ?**

g) Description du déroulement de la phase de mijotage

- **Comment le feu est allumé ?**
- **Quand ajoutez-vous du combustible ?**
- **Quelle quantité de combustible ajoutez-vous chaque fois ?**
- **A quelle fréquence attisez-vous le feu sans ajouter de carburant (en remuant par exemple) ?**
- **Contrôlez-vous l'air au-dessus ou au-dessous du feu ? Si oui, comment faites-vous ?**

3) Remplissez la feuille *Humidité du combustible* [Fuel Moisture] si vous utilisez un humidimètre. Une copie de cette fiche est donnée à l'annexe 7 si vous souhaitez la remplir manuellement, cependant vous devrez entrer les valeurs dans la feuille de calcul pour obtenir la teneur en humidité calculée.

4) Déterminez si l'alimentation en combustible est **continue** ou par **fournée**. Beaucoup de foyers à bois et à résidus agricoles sont à alimentation continue, alors que la plupart des foyers à charbon et à combustible liquide sont chargés en combustible avant le test. Des instructions distinctes sont spécifiées pour les deux types d'alimentation en combustible.

5) Ne réalisez pas le test si le vent risque d'avoir un impact sur votre test sur le site choisi.

D. PREPARATION POUR CHAQUE TEE

1) Si vous souhaitez relever / collecter les données manuellement dans un premier temps, imprimez une feuille [Entrée Test] [Test Entry] ou l'Annexe 7. Si vous souhaitez entrer les données directement dans le classeur Excel, vous entrerez les données dans les feuilles [Test-1], [Test-2] ou [Test-3], pour chaque test.

Préparez une marmite (ou plus si c'est un test avec foyer multi-marmites marmite) pour la phase de démarrage à froid. Notez le **poids de chaque marmite à sec (g)**. Remplir chaque marmite avec 5 kg (5

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

litres) d'eau propre à température ambiante. Si vous utilisez la petite marmite standard, remplir chaque marmite avec 2,5 kg ou 2,5 litres d'eau. La quantité d'eau doit être mesurée en plaçant la marmite sur la balance et en ajoutant de l'eau jusqu'à ce que le poids de la marmite et de l'eau soit de 5 kg (ou 2,5 kg) supérieur au poids de la marmite seule.

Si le foyer ne peut pas accueillir la marmite standard et que la marmite utilisée ne peut pas contenir 5 (ou 2,5) kg d'eau, OU si un foyer multi-marmite est utilisé avec des marmites spécifiques qui ne peuvent pas contenir 5 (ou 2,5) kg d'eau, remplir chaque marmite environ au 2/3 et noter le changement de procédure dans l'espace «commentaires». Utilisez la même quantité d'eau pour chaque phase et chaque test.

Notez le ***poids de la (des) marmite(s) avec l'eau (g), démarrage à froid haute puissance, initial.***

- 2) Si vous avez suffisamment de marmites, préparez des marmites supplémentaires et l'eau pour la phase de démarrage à chaud. S'il n'y a pas assez de marmites disponibles, mesurez les volumes nécessaires d'eau dans un autre récipient.
- 3) Mesurez et notez les conditions ambiantes: ***température de l'air (°C), conditions de vent (choisir dans la liste).***
- 4) (Facultatif, pour les mesures d'émission) Notez ***les concentrations ambiantes pour le CO₂ (ppm), le CO (ppm), et les matières particulaires (µg/m³).***

Dans les versions antérieures de la feuille de calcul, la description et le pouvoir calorifique du combustible étaient inscrits sur les feuilles [Entrée Test] [Test Entry]. Dans cette version, ces valeurs sont tirées de la feuille [Informations générales] [General Information]. Un combustible de mêmes type, taille et teneur en humidité doit être utilisé pour la réalisation des trois tests du TEE.

E. INSTRUCTIONS POUR LES PHASES DU TEE

Les données restantes pour les trois phases du test doivent être relevées / collectées sur la feuille [Entrée Test] [Test Entry]. Le foyer doit être à température ambiante pour commencer.

TEE PHASE 1 : HAUTE PUISSANCE (DEMARRAGE A FROID)

Instruction	Données, Section Haute puissance démarrage à froid	Unités
1. Préparez le chronomètre (ne pas le démarrer pour l'instant).		
2. Foyers à alimentation « continue » : pesez le lot de combustible plus le matériau d'allumage	Poids du combustible, initial	g
Foyers à alimentation par « fournée » : (incluant les foyers à charbon, éthanol, kérosène et GPL) Pesez le foyer rempli de combustible.	Poids du combustible, initial	g
3. Placez la marmite sur le foyer. À l'aide des supports en bois, placez un thermomètre dans chaque marmite de sorte que la température de l'eau soit mesurée en son centre, à 5 cm du fond. S'il y a des marmites supplémentaires, si possible utilisez des thermomètres supplémentaires. Mesurez la température initiale de l'eau dans chaque marmite. Vérifiez qu'elle n'est pas sensiblement différente de la température ambiante. Il ne devrait PAS y avoir de couvercle sur la marmite pendant la réalisation du TEE.	Température de l'eau, initiale	°C
4. Facultatif pour les mesures d'émissions : enregistrez les concentrations ambiantes et la température du conduit. Pour des mesures d'émissions en temps réel, commencez l'enregistrement des mesures de particules. Pour des mesures par filtre, mettez en route la circulation d'air dans le filtre à particules. Commencez l'enregistrement des mesures d'émissions de CO et de CO ₂ .	CO₂ ambiant CO ambiant PM ambiant Température du conduit <i>Mesures d'émissions en temps réel enregistrées par les équipements de mesures</i>	Ppm ppm µg/m ³ °C

Mesure de la température en continu : La température de l'eau sera enregistrée en continu si un équipement est à disposition pour le faire.

Couvercles : Si un couvercle permet de conserver la chaleur et est souvent utilisé dans des tâches réelles de cuisine, il n'agit pas sur le transfert de chaleur du foyer à la marmite. Les couvercles peuvent augmenter la variabilité des résultats des TEE, ce qui rend plus difficile la comparaison des résultats des différents tests.

5. Allumez le feu d'une manière reproductible et selon les pratiques locales. (Cette procédure doit être documentée.)

6. Une fois que le feu est allumé, démarrez le chronomètre et notez l'heure de départ. Amenez la première marmite rapidement à ébullition sans trop gaspiller de combustible en utilisant le lot de bois pré-pesé. Maîtrisez le feu avec les moyens couramment utilisés localement. (Cette procédure doit être documentée.)

Temps, initial

hr:min

7. Lorsque l'affichage du thermomètre digital indique que l'eau de la première marmite a atteint la température locale du point d'ébullition réalisez rapidement les étapes 7.a à 7.f

a. Enregistrez l'heure à laquelle l'eau dans la marmite principale (Marmite n°1) atteint la température d'ébullition locale pour la première fois. Notez aussi cette température.

Temps, final

hr:min
°C

Température de l'eau, finale

b. **Facultatif, pour les mesures d'émissions** : désactivez la circulation vers le filtre à particules (pour les systèmes à filtres). Retirez et rangez le filtre de façon appropriée, puis remplacez-en un nouveau.

c. **Foyers à alimentation « continue »** : enlevez tout le bois du foyer et éteignez les flammes. Les flammes peuvent être éteintes en soufflant sur les extrémités des bâtons ou en les enfonçant dans un seau de cendres ou de sable; n'utilisez pas d'eau - cela aurait une incidence sur le poids du bois. Récupérez l'ensemble du charbon de bois dans le récipient de mesure du poids de charbon en tapant les extrémités carbonisées des bâtons dans le récipient.

Poids du combustible, final

Poids du charbon+ contenant, final

Pesez le bois non brûlé retiré du foyer

g

Émissions lors de la mesure des combustibles : Cette procédure n'est pas incluse dans la mesure des émissions, car elle ne fait pas partie du fonctionnement normal.

<p>avec le reste du bois du lot pré-pesé.</p> <p>Extrayez tout le charbon restant du foyer. Pesez ce charbon de bois restant avec le charbon de bois qui a été détaché en tapant les extrémités carbonisées des bâtons.</p> <p>Foyer à alimentation par « journée » : retirez tout le combustible restant du foyer et éteignez les flammes. Séparez soigneusement le charbon et le bois et pesez-les séparément.</p>	<p>Poids du combustible, final Poids du charbon, final</p>	<p>g</p> <p>g</p>
<p>d. Pour les foyers multi-marmite, mesurez la température de l'eau de chaque marmite (marmite principale doit être au point d'ébullition).</p>	<p>Température de l'eau, marmite 2 à 4, finale</p>	<p>°C</p>
<p>e. Pesez chaque marmite avec l'eau</p>	<p>Poids de la marmite avec l'eau, final</p>	<p>g</p>
<p>f. Jetez l'eau chaude</p>		

Ceci termine la phase haute puissance avec démarrage à froid. Commencez immédiatement, la phase haute puissance avec démarrage à chaud alors que le foyer est encore chaud. **Veillez à ne pas vous brûler !**

Méthode alternative pour peser le charbon de bois :
Si votre balance peut supporter le poids du foyer, vous pouvez peser le foyer avec le charbon plutôt que d'extraire le charbon de bois.

Méthodes alternatives pour peser le charbon de bois dans les foyers à alimentation par « journée » : Dans les versions précédentes, le charbon n'était pas pesé séparément. Sur recommandation de plusieurs commentateurs, ces instructions ont été modifiées pour mieux distinguer le bois et le charbon restant. Les procédures pour les foyers à alimentation par « journée » sont en cours de développement, y compris la méthodologie pour comptabiliser correctement l'énergie et le carbone restant. Alternativement, le combustible restant peut être broyé pour être rendu plus uniforme, puis analysé pour déterminer son pouvoir calorifique et sa teneur en carbone.

TEE PHASE 2: HAUTE PUISSANCE (DEMARRAGE A CHAUD)

Instruction	Données, Section Haute puissance démarrage à chaud	Unités
1. Réinitialisez le chronomètre (ne pas encore le démarrer).		
2. Si la marmite pour la phase de démarrage à chaud n'a pas été préparée à l'avance, remplissez la marmite avec 5 kg (ou 2,5) d'eau propre à température ambiante. Pesez la marmite (avec l'eau) et mesurez la température initiale de l'eau. Pour les foyers multi-marmite, remplissez les marmites supplémentaires, pesez-les et notez leurs poids	Poids de la (des marmite(s) avec l'eau, initial	g
3. Foyers à alimentation « continue » : notez le poids du deuxième lot de combustible avec l'allume-feu.	Poids du combustible, initial	g
Foyers à alimentation par « lot » : pesez le foyer chargé de combustible		g
4. Placez la marmite sur le foyer et remplacez le thermomètre dans la marmite. Mesurez la température initiale de l'eau dans chaque marmite. Confirmez qu'elle n'est pas sensiblement différente de la température ambiante.	Température de l'eau, initiale	°C
5. Facultatif, pour les mesures d'émissions : pour des mesures par filtre, mettez en route la circulation dans le filtre à particules.	<i>Mesures d'émissions en temps réel enregistrées par les équipements de mesures</i>	
6. Démarrez le feu avec le combustible du second lot pré-pesé prévu pour cette phase de test. Suivez la procédure d'allumage utilisée dans la phase 1.		
7. Une fois que le feu est allumé, démarrez le chronomètre. Notez l'heure de début. Amenez la première marmite rapidement à ébullition sans trop gaspiller de combustible en utilisant le second lot de	Temps, initial	hr:min

Mesure de la température en continu: La température de l'eau sera enregistrée en continu si un matériel capable de le faire est disponible. si un équipement est à disposition pour le faire.

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

bois pré-pesé. Maîtrisez le feu à l'aide de la procédure utilisée dans la phase 1.		
8. Lorsque l'affichage du thermomètre digital indique que l'eau de la première marmite a atteint la température locale du point d'ébullition, réalisez rapidement les étapes 8.a à 8.e.		
a. Enregistrez l'heure à laquelle l'eau dans la marmite principale (Marmite n°1) atteint la température d'ébullition locale pour la première fois. Notez aussi cette température.	Temps final, Température de l'eau, final	hr:min °C
b. Facultatif, pour les mesures d'émissions : désactivez la circulation vers le filtre à particules (pour les systèmes à filtres). Retirez et rangez le filtre de façon appropriée, puis replacez-en un nouveau.		
c. Foyers à alimentation « continue » : enlevez tout le bois du foyer et éteignez les flammes. Faites tomber l'ensemble du charbon de bois dans la chambre de combustion en tapant les extrémités carbonisées des bâtons (vous ne pèserez pas le charbon de bois à ce stade). Pesez le bois non brûlé retiré du foyer avec le reste de bois du deuxième lot pré-pesé. Foyers à alimentation par « journée » : pesez le foyer rempli de combustible. Notez zéro pour le poids du charbon de bois.	Poids du combustible, final Poids du combustible, final Poids du charbon=0, final	g g g
d. Pour les foyers multi-marmite, mesurez la température de l'eau de chaque marmite (la marmite principale doit être à la température du point d'ébullition).	Température de l'eau, marmite n°2 à 4, finale	°C
e. Pesez chaque marmite avec l'eau	Poids de chaque marmite avec l'eau, final	g
9. Remettez le bois non brûlé dans le foyer. Procédez immédiatement à la phase du test à faible puissance.		

Vitesse et sécurité: la vitesse et la sécurité sont importantes lors de l'étape 8, parce que la température de l'eau doit rester aussi proche que possible de la température d'ébullition afin de passer directement à la phase de mijotage. La marmite d'eau chaude peut être temporairement recouverte d'un couvercle et placé sur une plaque chauffante (si disponible).

Foyers multi-marmite : La température finale et le poids des marmites supplémentaires peuvent être enregistrés. Toutefois, les mesures permettant d'évaluer l'énergie délivrée aux marmites supplémentaires doivent être plus largement développées. Voir la discussion sur les tests de foyers multi-marmite à l'Annexe 2 et la discussion sur les mesures supplémentaires à l'Annexe 8

TEE PHASE 3 : BASSE PUISSANCE (MIJOTAGE)

Cette partie du test est conçue pour évaluer la capacité du foyer de passer à une phase de basse puissance après une phase de haute puissance pour faire mijoter de l'eau pendant 45 minutes tout en utilisant une quantité minimale de combustible. Pour les foyers multi marmites, **seule la première marmite sera prise en compte pour la mesure des performances de mijotage.**

Instruction	Données Section Basse puissance [Mijotage]	Unités
1. Réinitialisez le chronomètre (ne pas le démarrer pour l'instant)		
2. Notez le poids de la marmite avec l'eau	Poids de la marmite avec l'eau, initial	g
3. Foyers à alimentation « continue » : notez le poids de combustible restant de la phase de haute puissance avec démarrage à chaud ajouté au troisième lot de combustible avec l'allume-feu. Foyer à alimentation par « journée » : notez le poids du foyer chargé avec le combustible restant de la phase de haute puissance avec démarrage à chaud	Poids du combustible initial	g
4. Rallumez le bois chaud qui a été remis en place. Suivez la procédure d'allumage utilisée dans la phase 1.		
5. Facultatif, pour les mesures d'émissions : pour des mesures par filtre, mettez en route la circulation dans le filtre à particules.	<i>Mesures d'émissions en temps réel enregistrées par les équipements de mesures</i>	
6. Une fois que le feu est allumé, réinitialisez et démarrez le chronomètre. Notez l'heure de départ.	Temps, initial	hr:min
7. Placez la marmite sur le foyer et replacez le thermomètre dans la marmite.		

8. Pendant 45 minutes, gardez le feu à une intensité qui maintient la température de l'eau la plus proche possible de 3 °C sous le point d'ébullition. Le test est invalidé si la température de l'eau dans la marmite descend de plus de 6 °C sous le point d'ébullition local.

9. Après 45 minutes réalisez rapidement les étapes 9.a à 9.d :

a. Notez le temps. Notez la température finale de l'eau - elle devrait être d'environ 3 °C inférieure au point d'ébullition établi.

Temps, final g
Température de l'eau finale °C

b. **Facultatif, pour les mesures d'émission :**
Désactivez la circulation vers le filtre à particules (pour les systèmes à filtres). Retirez et rangez le filtre de façon appropriée.

c. **Foyers à alimentation « continue » :**
enlevez tout le bois du foyer et éteignez les flammes.

Pesez le bois non brûlé retiré du foyer avec le reste du bois du deuxième lot pré-pesé. Extrayez tout le charbon restant du foyer.

Poids du combustible, final g

Pesez ce charbon de bois restant avec le charbon de bois qui a été détaché des bâtons carbonisés.

Poids du charbon + récipient, final. g

Foyer à alimentation par « lot » : retirez tout le restant du foyer et éteignez les flammes. Séparez soigneusement le charbon et le bois non-brûlé et les pesez-les séparément.

Poids du bois, final g
Poids du charbon+récipient, final g

d. Pesez la marmite avec l'eau restante.

Poids de la marmite avec l'eau, final g

Le maintien de la température : beaucoup de foyers n'ont pas la capacité de régler leur puissance, ce qui rend difficile de maintenir la température souhaitée sans que le feu ne s'éteigne (surtout après que la charge initiale de combustible ait été consommée). Dans ce cas, utilisez la quantité minimale de bois nécessaire pour empêcher le feu de s'éteindre complètement. La température de l'eau dans ce cas sera supérieure à 3 °C sous le point d'ébullition, mais le test sera toujours valide. Le testeur ne doit pas tenter de réduire la puissance du feu en coupant le bois en petits morceaux.

Méthodes alternatives pour peser le charbon de bois dans les foyers à alimentation par « lot » :
Dans les versions précédentes, le charbon n'était pas pesé séparément. Sur recommandation de plusieurs commentateurs, ces instructions ont été modifiées pour mieux distinguer le bois et le charbon restant. Les procédures pour les foyers à alimentation par « lot » sont en cours de développement, y compris la méthodologie pour comptabiliser correctement l'énergie et le carbone restant. Alternativement, le combustible restant peut être broyé pour être rendu plus uniforme, puis analysé pour déterminer son pouvoir calorifique et sa teneur en carbone.

Modification des conditions de test pour améliorer la répétabilité

Le TEE est conçu pour pouvoir tester de nombreux types de foyer dans de nombreux endroits, mais les comparaisons deviennent moins fiables à mesure que les conditions de test varient. Vous devez identifier l'objectif d'un test en même temps que vous décidez du format du test. Si vous utilisez le TEE comme mesure préliminaire des performances du foyer durant la phase de conception, alors adaptez le protocole aux conditions locales. Certains laboratoires peuvent utiliser les tests pour comparer les performances de leurs foyers avec d'autres modèles de foyers disponibles. Dans ces situations, des modifications peuvent être apportées au protocole de tests afin d'améliorer la répétabilité. Cependant, vous mettons en garde sur le fait que ces changements peuvent faire que le foyer se comporte différemment qu'il le ferait en pratique. Si les tests de laboratoire sont très différents du fonctionnement réel, alors les comparaisons effectuées en laboratoire peuvent conduire à des conclusions erronées sur les foyers en fonctionnement réel. Toutes les modifications spécifiques au TEE doivent être indiquées dans la documentation de chaque test.

1. Combustible:

a. Type : le bois avec un pouvoir calorifique élevé (entre 20-21 MJ/kg), et sans teneur en goudron excessive, doit être utilisé pour l'ensemble des tests. Choisissez un bois largement utilisé dans la région.

b. Dimensions : des tailles différentes de combustibles solides ont des caractéristiques de combustion différentes. Certains laboratoires utilisent du bois de dimension transversale 1,5 cm x 1,5 cm.

c. Teneur en humidité : tous les tests doivent être effectués avec du bois à faible teneur en humidité (les valeurs utilisées sont 6,5 % ou 10 % sur base humide). Cela permet de réduire la variabilité, mais peut rendre la combustion différente de celle en conditions de terrain.

2. Température initiale de l'eau : une température initiale fixe peut être choisie pour l'eau plutôt que de travailler avec la température ambiante (15°C peut être utilisé)²

3. Marmite : les tests devraient être effectués avec soit une grande marmite standard (avec une capacité de 7 litres) ou une petite marmite standard (avec une capacité de 3,5 litres), en fonction de la taille du foyer.

F. FINALISATION

Les trois phases décrites ci-dessus constituent le TEE. Assurez-vous que vous avez entré toutes les données requises.

Pour les résultats des tests qui ne sont pas confidentiels, le classeur peut être partagé selon les étapes suivantes:

² Le temps d'ébullition à température corrigée et la consommation spécifique devrait toujours utiliser une température de référence de 25 °C pour permettre la comparaison avec d'autres tests.

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

1. Vérifiez que vous n'avez pas fait des modifications ou déplacé la feuille [*Catalog Import Data*] dans le classeur.
2. Consultez la page de soumission des résultats <http://catalog.cleancookstoves.org/content/test-results/new>.
3. Dans la section des données source, téléchargez la feuille de résultats WBT 4.2.3 complétée.
4. Complétez les informations sur la publication (le cas échéant).
5. Cliquez sur « Submit test result » (soumettre le résultat du test) pour partager les informations sur le catalogue.

Pour des questions ou des commentaires sur la soumission des résultats du test, prière de contacter catalog@cleancookstoves.org.

VI. INTERPRETATION DES RESULTATS DU TEST D'ÉBULLITION DE L'EAU

Cette section explique comment interpréter les indicateurs de performance du foyer produits par le Test d'Ébullition de l'eau. Le calcul de ces mesures se fait selon les équations des annexes 4 et 6. Chacun de ces indicateurs est important, et il appartient à chaque programme de foyers de déterminer les indicateurs les plus importants pour leur programme.

A. MESURES COURAMMENT UTILISEES

Les mesures que la plupart des programmes de foyers utilisent sont résumées ici.

Caractéristiques du foyer: vitesse de combustion, puissance, réglabilité du foyer (turn-down ratio)

Mesures d'efficacité et de performance: temps d'ébullition, consommation spécifique de combustible, efficacité thermique

Mesures d'émissions: émissions par quantité de combustible brûlé, émissions par MJ, émissions par tâche

B. MISES EN GARDE

Les résultats des tests à haute-puissance et à basse-puissance peuvent varier considérablement. Les foyers ont souvent de bons résultats au test à haute-puissance et mauvais au test à basse-puissance ou vice-versa. Les testeurs devraient examiner les résultats de ces deux types de tests plutôt que de travailler avec les données agrégées.

Bien que certaines des mesures soient stabilisées à la quantité d'eau bouillie, les comparaisons pour des foyers de différentes tailles doivent être faites avec prudence.

Les données rapportées des différentes phases (haute-puissance avec démarrage à froid et démarrage à chaud, et mijotage) peuvent être moins précises que le total général. Cela est particulièrement vrai car le testeur ne pèse pas le charbon de bois obtenu après le test de démarrage à chaud, les estimations du combustible utilisé pendant les phases de démarrage à chaud et de mijotage ne sont donc pas exactes.

C. CARACTERISTIQUES DU FOYER

Vitesse de combustion - Mesure de la quantité moyenne, en gramme, de bois brûlé par minute pendant le test. Si l'on compare deux tests, ce qui est comparé est la façon dont l'utilisateur a fait fonctionner le foyer. Si l'on compare deux foyers, cette mesure indique la rapidité à laquelle le foyer consomme du combustible.

Puissance - La puissance est une mesure de la rapidité avec laquelle le combustible est brûlé, rapporte en Watts (joules par seconde). Elle est influencée à la fois par le foyer (taille de l'entrée du combustible/chambre de combustion) et par le mode d'utilisation (fréquence d'alimentation en combustible). Globalement, il s'agit d'une mesure utilisable de la production de chaleur du foyer, et un indicateur de la constance avec laquelle l'opérateur a fait fonctionner le foyer au cours de différents tests.

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

Une valeur haute ou basse n'est pas forcément souhaitable, mais est plutôt un indicateur de la taille du foyer.

Réglabilité - La réglabilité indique en quelle proportion l'utilisateur a ajusté la chaleur entre les phases de forte puissance et de faible puissance. Une valeur plus élevée indique un plus grand écart entre haute-puissance et basse-puissance, et peut indiquer une plus grande possibilité de contrôle de puissance d'un foyer. Toutefois, cette valeur ne reflète que le contrôle de puissance qui a été effectivement utilisé.

D. MESURES D'EFFICACITE

Temps d'ébullition - Le temps qu'il a fallu pour que la marmite n°1 atteigne la température d'ébullition à partir de la température de départ.

Temps d'ébullition à température corrigée - Le temps qu'il a fallu pour que la marmite n° 1 atteigne la température d'ébullition, corrigé pour considérer une élévation de température de 75 °C entre le départ et l'ébullition. Cette mesure permet de comparer entre tests et entre foyers la « vitesse » du foyer à haute-puissance, qui est souvent un facteur important pour les ménages.

Efficacité thermique (Mesure IWA pour la phase de haute puissance) - L'efficacité thermique est une mesure de la proportion de la chaleur produite par le combustible qui est transmise directement à l'eau dans la marmite. L'énergie restante est dispersée dans l'environnement. Ainsi, une plus grande efficacité thermique indique une plus grande capacité de transfert de la chaleur produite à la marmite. Bien que l'efficacité thermique soit une mesure bien connue de la performance d'un foyer, un meilleur indicateur serait la consommation spécifique, en particulier pour la phase de basse-puissance du TEE. En effet, un foyer qui serait très lent pour amener à ébullition pourrait avoir une très bonne efficacité thermique parce que beaucoup d'eau se sera évaporée. Néanmoins, la quantité de combustible utilisé rapportée à la quantité d'eau restante serait alors trop élevée puisque beaucoup d'eau aura été se sera évaporée et que il aura fallu beaucoup de temps pour que la marmite soit portée à ébullition.

Consommation spécifique de combustible - Il s'agit de la mesure de la quantité de combustible nécessaire pour faire bouillir 1 litre d'eau (ou en maintenir l'ébullition). Elle est égale à la quantité de combustible équivalent-sec utilisée moins l'énergie du charbon de bois restant, divisée par le nombre de litres d'eau restant à la fin de l'essai. De cette façon, le combustible utilisé pour produire un litre utile de « nourriture » et le temps pour le faire est calculé.

La consommation spécifique de combustible est répertoriée comme la mesure IWA pour la basse-puissance, et est rapporte en MJ/(min· L).

Consommation spécifique de combustible à température corrigée - Il s'agit de la même mesure que la précédente, corrigée aussi pour considérer une élévation de température de 75 °C entre le départ et l'ébullition, afin de comparer facilement les différents tests qui ont pu avoir des températures de départ ou d'ébullition différentes. Il est préférable de toujours regarder la valeur à température-corrigée plutôt que la valeur non corrigée. Une valeur de consommation spécifique de combustible à température corrigée supérieure indique que plus de combustible est nécessaire pour effectuer la même tâche, porter un litre d'eau à ébullition ou en maintenir l'ébullition.

Consommation spécifique d'énergie à température corrigée - C'est la même mesure que la précédente, mais exprimée en énergie (kilojoules) plutôt qu'en quantité de combustible (g). Cela permet une

Test d'Ébullition de l'Eau, version 4.2.3

comparaison directe entre les différents combustibles, tels que les différents types de bois, charbon de bois, bouse, etc.

Valeurs de référence - Les valeurs de référence combinent les phases de démarrage à froid, démarrage à chaud et mijotage en une seule valeur pour l'ensemble du test. C'est la moyenne des consommations (ou émissions) spécifiques à température-correctée des démarrages à froid et à chaud, ajoutée au mijotage. Avoir une valeur globale à considérer peut être utile pour comparer un grand nombre de types de foyers.

E. LES MESURES D'ÉMISSIONS

Ces mesures d'émissions peuvent être utilisées pour le CO₂, CO, PM, ou d'autres paramètres. Pour l'ensemble des différentes mesures d'émissions, les unités utilisées se rapportent à la masse sur une base équivalent-sec. Si les particules ultra-fines (particules inférieures à 100 nm) sont mesurées, ce résultat peut être rapporté en nombre de particules.

Emissions par MJ délivrés à la marmite (Valeur IWA pour les émissions totales de la phase à haute-puissance, CO et PM) - Cette mesure est de préférence retenue pour la phase à haute-puissance, car elle rend compte des émissions en fonction de la production souhaitée d'énergie de cuisson et permet des comparaisons entre foyers et entre combustibles. L'énergie de cuisson délivrée à la marmite est mesurée comme la somme de la chaleur sensible augmentant la température de l'eau de la marmite et de la chaleur latente qui produit de la vapeur.

Taux d'émissions (émissions par unité de temps) (Valeur IWA pour les émissions en intérieur, CO et PM) - Cette valeur mesure la masse émise au cours d'une phase. Le taux d'émission global retenu pour déterminer le niveau de classement IWA est le plus élevé des taux d'émission de CO entre celui de la haute-puissance et celui de la basse-puissance. Le taux d'émission pour la haute-puissance est la moyenne des phases de démarrage à chaud et de démarrage à froid.

Taux d'émission spécifique (émissions par unité de temps par litre d'eau) (Valeur IWA pour les émissions totales à basse-puissance, CO et PM) - Cette mesure est préférentiellement retenue pour la phase à basse-puissance en raison de la difficulté à calculer l'énergie de cuisson transmise à la marmite due à la faible quantité ou à la non-mesure de la quantité de chaleur sensible (température de l'eau relativement constante) et aux variations de chaleur latente mesurée (production de vapeur hautement variable).

Les émissions par tâche et les émissions par poids de combustible brûlé - Ces valeurs sont également souvent citées, mais ces mesures sont moins comparables entre les différents foyers

F. MESURES SUPPLÉMENTAIRES

Ces mesures supplémentaires peuvent être trouvées sur les feuilles de tests individuelles [Test-1], [Test-2] et [Test-3].

Eau vaporisée de l'ensemble des marmites - Si cette valeur est élevée par rapport à d'autres foyers, alors l'efficacité thermique élevée n'est peut-être pas indicatrice d'une haute performance. Cela peut seulement signifier que le foyer fait bouillir trop d'eau.

Température de l'eau dans des marmites supplémentaires - Des températures élevées indiquent que le foyer est performant pour le chauffage de plusieurs marmites.