

ADEME

 Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie


PARTIE 3 CONTRÔLES DE LA QUALITÉ DU COMBUSTIBLE

- PROTOCOLES
D'ÉCHANTILLONNAGE
- MÉTHODE DE MESURE

MÉTHODES

DE MESURE

DE L'HUMIDITÉ

Il existe une multitude de protocoles et d'appareils pour mesurer la teneur en humidité dans les biocombustibles solides. Cependant, certains d'entre eux ne présentent pas une fiabilité avérée tant sur la représentativité que sur la reproductibilité des résultats.



LES PROTOCOLES ANALYTIQUES QUI PEUVENT ÊTRE DIRECTEMENT UTILISÉS PAR LES OPÉRATEURS LORS DE LEURS APPROVISIONNEMENTS SONT DÉCRITS DANS CETTE FICHE :

Deux méthodes disposant de plusieurs années de retour d'expérience sur le terrain sont aujourd'hui reconnues :



La méthode à l'étuve selon l'ISO 18134-1 : 2016



La méthode au four à micro-ondes



Des méthodes alternatives



Le tarif pour une analyse de la teneur en humidité effectuée par un laboratoire est d'environ 20 € HT.

Le coût d'investissement d'une étuve se situe entre 1 000 et 3 000 € HT selon la taille. La solution par micro-ondes ne nécessite qu'un investissement réduit de quelques centaines d'euros (prix d'achat d'un micro-ondes ménager).





PARTIE 3
CONTRÔLES DE LA QUALITÉ
DU COMBUSTIBLE

- PROTOCOLES D'ÉCHANTILLONNAGE
- MÉTHODE DE MESURE



MÉTHODE À L'ÉTUVE SELON L'ISO 18134-1 : 2016

Cette méthode d'analyse est la plus fiable et ne requiert pas de savoir-faire particulier.

▸ Variabilité de l'analyse* : très faible

▸ Délai d'obtention des résultats : long (la mesure nécessite au moins 13 heures)

*faite par plusieurs opérateurs

PROTOCOLE ANALYTIQUE DE MESURE DE L'HUMIDITÉ À L'ÉTUVE

MATÉRIELS



Plat en verre



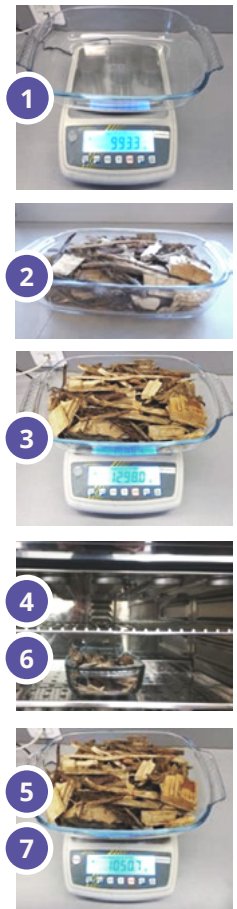
Balance à 0,1g



Étuve

MODE OPÉRATOIRE

1	Peser le plat vide (m_1)								
2	Remplir avec au moins 300 g (2 à 5 cm d'épaisseur selon le plat)								
3	Peser avant le séchage (m_2)								
4	Positionner le plat + la matière dans l'étuve et attendre environ 12h								
5	Peser le plat avec l'échantillon après le séchage (m_3)								
6	Remettre dans l'étuve et attendre 1 heure de plus								
7	Peser le plat avec l'échantillon après le séchage (m_3') si (m_3) et (m_3') ont moins de 0.1g près de différence, noter la masse (m_3).								
8	<p>Mad est la teneur en humidité exprimée en pourcentage massique, qui doit être calculée selon la formule : $Mad = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>m_1</th> <th>m_2</th> <th>m_3</th> <th>Mad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>	m_1	m_2	m_3	Mad	g	g	g	%
m_1	m_2	m_3	Mad						
g	g	g	%						
9	Faire une moyenne de 2 résultats consécutifs de la teneur en humidité afin d'obtenir une moyenne								



Référence : Protocole RAGT Energie MON-ANA-21 & Norme ISO 18134





PARTIE 3
CONTRÔLES DE LA QUALITÉ
DU COMBUSTIBLE

- PROTOCOLES D'ÉCHANTILLONNAGE
- MÉTHODE DE MESURE



MÉTHODE AU FOUR À MICRO-ONDES

Cette méthode d'analyse reste fiable à condition que l'opérateur réalise soigneusement la mesure.

- ▶ Variabilité de l'analyse : parfois importante
- ▶ Délai d'obtention des résultats : rapide (entre 15 et 40 minutes)

PROTOCOLE ANALYTIQUE DE MESURE DE L'HUMIDITÉ AU FOUR À MICRO-ONDES

MATÉRIELS



Plat en verre



Balance à 0,1g



Four à micro-ondes

MODE OPÉRATEUR

1

Peser le plat vide (m_1)

2

Remplir avec au moins 300 g (2 à 5 cm d'épaisseur selon le plat)

3

Peser avant le séchage (m_2)

Suivre le logigramme :

Mettre le plat dans le four

Chauffer pendant 2 min

Ouvrir le four, laisser refroidir 30 secondes. Pendant ce temps, mélanger l'échantillon puis nettoyer la buée des parois du four

OUI

Y AVAIT-IL ENCORE DE LA BUÉE SUR LES PAROIS DU FOUR ?

NON

Chauffer pendant 1 min

Dès l'apparition de tâches brunâtres sur le bois ou des fumées : arrêter immédiatement le four et retirer le plat. Le séchage est terminé

Ouvrir le four, laisser refroidir 30 secondes. Pendant ce temps, mélanger l'échantillon.

5

Peser le plat avec l'échantillon après le séchage (m_3)

6

Mad est la teneur en humidité exprimée en pourcentage massique, qui

doit être calculée selon la formule : $Mad = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$

m_1	m_2	m_3	Mad
g	g	g	%

7

Faire une moyenne de 3 résultats consécutifs de la teneur en humidité afin d'obtenir une moyenne



Référence : Protocole RAGT Energie MON-ANA-21 & Norme ISO 18134





PARTIE 3 CONTRÔLES DE LA QUALITÉ DU COMBUSTIBLE

- PROTOCOLES
D'ÉCHANTILLONNAGE
- MÉTHODE DE MESURE



AUTRES MÉTHODES

Il existe aujourd'hui des méthodes alternatives fiables pour la mesure de l'humidité de la biomasse.

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	DÉLAI POUR LE RÉSULTAT D'ANALYSE	COÛT D'INVESTISSEMENT
Thermobalance 	Mesure directe par séchage infrarouge . L'appareil est une balance de laboratoire dotée d'une résistance permettant le séchage de l'échantillon. La balance pèse en continue et s'arrête lorsqu'il n'y plus de variations de masse.	Entre 15 et 30 minutes en fonction de l'humidité du bois	Entre 1 500 et 3 000 € HT
Umikron 	Mesure directe par séchage	10 minutes	Environ 8 000 € HT
Berthold MT 230 	Mesure indirecte de l'humidité par l'utilisation de la réflexion du rayonnement infrarouge . Utilisable en ligne (sur convoyeur à bande par exemple) et en hors ligne	Immédiat	Entre 12 000 et 13 000 € HT

D'autres appareils de mesure existent comme le Seau Autrichien (Pandis FMG 3000) ou l'HumiTest mais ces derniers ne permettent pas d'obtenir de mesures fiables.

EN SAVOIR PLUS

- <https://norminfo.afnor.org> - Mots clés « Biocombustibles solides » : regroupe toutes les normes d'analyses.
- *Retour d'expérience sur les méthodes de mesure d'humidité des combustibles livrés en chaufferie* - Commission APR du CIBE, 2012



RECOMMANDATIONS DE L'ADEME

La précision des mesures de l'humidité est très importante pour une bonne gestion de la chaufferie. Il est donc nécessaire de sélectionner des méthodes de mesure adaptées et fiables.

