

**Contexte :**

Votre société a récemment procédé au remplacement d'une vieille chaudière fioul équipant une installation de chauffage d'une habitation à Metz, par une chaudière bois à granulés. On vous demande de réaliser la mise en service et l'entretien de cette dernière.

**Attention ! : Lorsque vous verrez ce symbole ® avant une question, la présence du professeur est obligatoire.**

**Vous disposez : (conditions ressources)**

- De la documentation technique de l'installation
- De la dépression minimum nécessaire à la buse : 12Pa
- Du matériel nécessaire
- De la formule du rendement minimal selon la norme 303.5 :

Classes	Seuils de rendement (%)
Classe 3	$67 + 6 \log Pn^*$
Classe 4	$80 + 2 \log Pn^*$
Classe 5	$87 + \log Pn^*$

Avec  $Pn$  : puissance nominale en kW

**Vous devez : (travail demandé)**

1. Lire les questions suivantes et compléter le document sécurité
2. Procéder au nettoyage du corps de chauffe de la chaudière.
3. ® En présence du professeur, procéder à l'allumage de la chaudière
4. Démonter et nettoyer le filtre à tamis coté réseau secondaire
5. ® En présence du professeur, mesurer, à la pince ampèremétrique, l'intensité absorbée par le ventilateur de la chaudière et calculer sa puissance absorbée
6. Vérifier la pression de gonflage du vase d'expansion de la chaudière
7. Rédiger une procédure, en vous servant du schéma folio 3, pour introduire une quantité de glycol dans le circuit, puis réaliser cette introduction d'antigel
8. Effectuer un smoketest, réaliser une analyse de combustion puis compléter le relevé de combustion
9. Calculer le rendement minimal de cette chaudière de classe 5 et conclure
10. Mesurer le tirage de la cheminée et conclure
11. En vous servant de la documentation folio 4 et 5, sélectionner un vase d'expansion adéquat à l'ensemble de l'installation
12. Réaliser le schéma de l'installation en y faisant figurer les principaux éléments
13. Compléter l'attestation d'entretien, nettoyer et ranger votre poste de travail

**Réponse sur :**

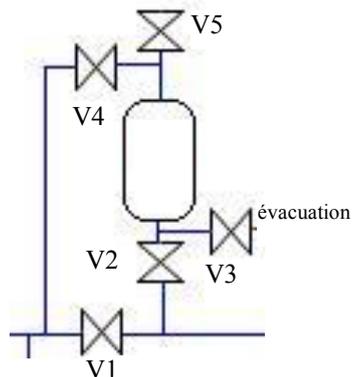
- doc sécurité
- Chaudière
- chaudière
- maquette
- copie
- chaudière
- folio 3 et maquette
- folio 3
- copie
- copie
- folio 5
- folio 3
- attestation et poste de travail

**Compétences évaluées :**

- C2 : Analyser les données techniques de l'installation
- C3 : Choisir les matériels, les équipements et les outillages
- C4 : Organiser son intervention en toute sécurité
- C7 : Réaliser les opérations de mise en service et d'arrêt de l'installation
- C8 : Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation
- C10 : Réaliser des opérations de maintenance préventive
- C12 : Informer de son intervention à l'écrit

<b><u>Critères d'évaluation :</u></b>	<i>Compétences visées</i>	<i>Non acquises</i>	<i>Partiellement acquises</i>		<i>Acquises</i>
			<i>Avec aide</i>	<i>Sans aide</i>	
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1. Le document sécurité est dûment complété en fonction du travail demandé et de l'environnement du poste de travail	<b>C4</b>				
2. La procédure est en adéquation avec la notice de l'appareil, l'opération est réalisée en toute sécurité	<b>C10</b>				
3. La procédure d'allumage est effectuée en respectant le matériel et l'environnement du poste de travail	<b>C7</b>				
4. Le filtre est repéré, démonté et nettoyé en respectant le matériel	<b>C10</b>				
5. Les mesures sont effectuées en se servant des EPI adéquats, la puissance en est correctement déduite	<b>C8</b>				
6. La procédure employée permet la vérification de la pression d'azote du vase en fonction de l'installation.	<b>C10</b>				
7. La procédure permet l'injection de glycol dans le circuit sans perte d'eau du circuit	<b>C10</b>				
8. Le relevé de combustion est effectué en respectant scrupuleusement le matériel	<b>C8</b>				
9. Le rendement est correctement calculé en fonction de la classe et de la puissance chaudière, la conclusion est pertinente	<b>C2</b>				
10. La dépression est mesurée. La conclusion est pertinente	<b>C8</b>				
11. Le vase sélectionné est assimilable à l'installation complète	<b>C3</b>				
12. Le schéma représente l'installation complète avec tous ses éléments	<b>C2</b>				
13. L'attestation est dûment complétée en fonction des informations disponibles sur l'installation. Le poste de travail est rendu propre et ordonné.	<b>C12</b>				
<i>Observations :</i>					<b>/20</b>

**Injection de glycol :**



Procédure pour introduire du glycol dans le circuit :

	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	Excès d'air e en % $((\lambda-1) \times 100)$	CO en ppm	Rendement en %	Indice de Baccarach
Relevé de combustion						

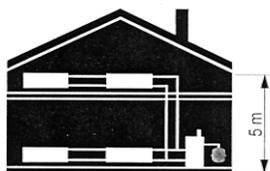
**Schéma de l'installation :**

### Concepts de base pour le calcul d'un vase d'expansion Flexcon à membrane

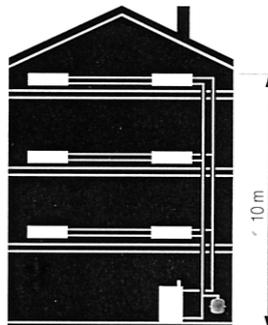
Pour effectuer le choix correct d'un vase Flexcon, il convient de connaître la signification précise des termes suivants:

- **Capacité brute du vase**  
Correspond à la capacité totale du vase Flexcon.
- **Capacité utile (ou nette) du vase**  
Correspond à la quantité maximale d'eau pouvant être recueillie au-dessus de la membrane.
- **Hauteur statique**  
Correspond à la hauteur de l'installation, entre le point de raccordement du vase Flexcon et le point le plus élevé du système des conduites. Elle est mesurée en mètres de colonne d'eau (1 m CE = 0,1 bar).

- **Pression de gonflage du vase Flexcon**  
Correspond à la pression mesurée sur la valve de gonflage d'azote, en absence d'eau et à température ambiante. Cette pression doit correspondre à la pression résultante de la hauteur statique, arrondie au 0,5 bar supérieur. Ceci permet d'éviter que de l'eau ne soit refoulée dans le vase d'expansion lorsque l'installation est froide.



Pression de gonflage 0,5 bar



Pression de gonflage 1 bar

- **Pression finale**  
Correspond à la pression maximale régnant dans l'installation à la hauteur du raccordement du vase Flexcon. Cette pression correspond à la pression de tarage de la soupape de sécurité Prescor qui doit être montée à la même hauteur que le vase Flexcon.

- **Effet utile (rendement en volume)**  
Correspond au rapport entre la capacité brute et la capacité nette du vase.

$$\text{Effet utile} = \frac{\text{capacité nette}}{\text{capacité brute}}$$

Cet effet utile peut également se déterminer à partir de la pression initiale et de la pression finale par application de la formule suivante (loi de Boyle):

$$\text{Effet utile} = \frac{\text{pression finale} - \text{pression initiale}}{\text{pression finale}}$$

Remarque: Les pressions sont exprimées en bars absolus.

- **Capacité en eau de l'installation**  
Correspond à la somme des capacités en eau de la chaudière, des radiateurs, des conduites, etc. après remplissage intégral et purge de l'air. Il est recommandé d'y ajouter un supplément de 25 %.

### Détermination approximative de la capacité en eau de l'installation

La détermination de la capacité du vase Flexcon appropriée nécessite le calcul préalable de la capacité en eau de l'installation. Les tableaux des pages 1.12 et 1.13 indiquent pour chaque type de vase Flexcon la capacité maximale en eau de l'installation. Si le calcul de la capacité en eau de l'installation n'est pas possible, elle peut néanmoins être déterminée approximativement à l'aide des valeurs de référence indiquées ci-dessous:

Installation de chauffage central avec	Capacité en litres	
	Pour 1,0 kW (860 kcal/h)	Pour 1,165 kW (1.000 kcal/h)
Convecteurs et/ou aérothermes	5,2	6
Installations de conditionnement d'air	6,9	8
Radiateurs à panneaux	8,6	10
Radiateurs à colonnes	12,0	14
Plafonds rayonnants et/ou chauffage par le sol	21,5	25
Systèmes de conduite étendus (chauffage urbain)	25,8	30

La capacité en eau de l'installation peut être déterminée approximativement à partir de la puissance de chauffe de l'installation multipliée par le coefficient mentionné dans le tableau ci-dessus. Ce tableau fait référence à des installations neuves.

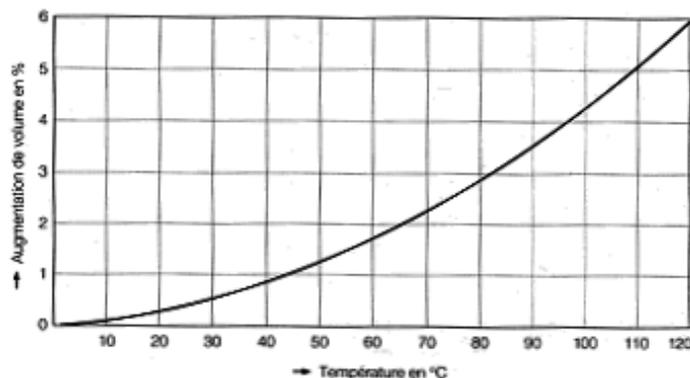
$$\text{Capacité brute } C = \frac{\text{Volume d'expansion}}{\text{effet utile}}$$

$$V_{\text{expansion}} = \text{augmentation de volume en \%} \times \text{Capacité de l'installation}$$

$$P_{\text{tarage}} \text{ soupape de sécurité généralement} = 3 \text{ bar}$$

$$\text{Pression initiale} = \text{pression de gonflage du vase}$$

$$\text{Pression absolue} = \text{pression relative} + 1 \text{ bar}$$



Ce graphique permet de déterminer le % d'augmentation de volume d'eau dans l'installation

**Exemple de calcul du vase d'expansion Flexcon**

**Données:** - contenance en eau (y compris réserve de 25 %) = 425 litres  
 - température de chauffe moyenne (90/70 °C) = 80 °C  
 - hauteur statique = 8 m  
 - pression finale = 3 bar  
 - vase Flexcon et chaudière placés **en poste basse** de l'installation (par exemple dans la cave)

**Calcul:**

Augmentation de volume en % = 2,89 % = 2,9 %

$$\text{Volume d'expansion} = \frac{425 \times 2,9}{100} = 12,3 \text{ litres}$$

$$\text{Effet utile} = \frac{(3 + 1) - (1 + 1)}{(3 + 1)} = 0,50$$

$$\text{Capacité brute nécessaire} = \frac{12,3}{0,50} = 24,6 \text{ litres}$$

**Choisir un Flexcon 25/1.**

Correspond à la capacité brute nécessaire

Correspond à la pression de gonflage du vase

**Tableau de capacité des vases Flexcon en litres**

Température moyenne de chauffe 90/70 °C = 80 °C  
 Coefficient d'expansion = 2,89 %

Pression finale 3 bar = pression de tarage de la soupape de sécurité.

**3** bar

Type	Pression initiale en bar	Contenance maximale en eau de l'installation				
		Hauteur statique en mètre				
		5	10	15	20	25
Flexcon 2/0,5	0,5	43	-	-	-	-
Flexcon 4/0,5	0,5	87	-	-	-	-
Flexcon 8/0,5	0,5	173	-	-	-	-
Flexcon 12/0,5	0,5	260	-	-	-	-
Flexcon 12/1,0	1,0	-	208	-	-	-
Flexcon 18/0,5	0,5	389	-	-	-	-
Flexcon 18/1,0	1,0	-	311	-	-	-
Flexcon 25/0,5	0,5	541	-	-	-	-
Flexcon 25/1,0	1,0	-	433	-	-	-
Flexcon 35/0,5	0,5	757	-	-	-	-
Flexcon 35/1,0	1,0	-	606	-	-	-
Flexcon 35/1,5	1,5	-	-	454	-	-
Flexcon 50/0,5	0,5	1081	-	-	-	-
Flexcon 50/1,0	1,0	-	865	-	-	-
Flexcon 50/1,5	1,5	-	-	649	-	-
Flexcon 80/0,5	0,5	1730	-	-	-	-
Flexcon 80/1,0	1,0	-	1384	-	-	-
Flexcon 80/1,5	1,5	-	-	1038	-	-
Flexcon 110/0,5	0,5	2379	-	-	-	-
Flexcon 110/1,0	1,0	-	1903	-	-	-
Flexcon 110/1,5	1,5	-	-	1427	-	-
Flexcon 110/2,0	2,0	-	-	-	952	-
Flexcon 110/2,5	2,5	-	-	-	-	476
Flexcon 140/0,5	0,5	3028	-	-	-	-
Flexcon 140/1,0	1,0	-	2422	-	-	-
Flexcon 140/1,5	1,5	-	-	1817	-	-
Flexcon 140/2,0	2,0	-	-	-	1211	-
Flexcon 140/2,5	2,5	-	-	-	-	606
Flexcon 200/0,5	0,5	4325	-	-	-	-
Flexcon 200/1,0	1,0	-	3460	-	-	-
Flexcon 200/1,5	1,5	-	-	2595	-	-
Flexcon 200/2,0	2,0	-	-	-	1730	-
Flexcon 200/2,5	2,5	-	-	-	-	865
Flexcon 300/0,5	0,5	6488	-	-	-	-
Flexcon 300/1,0	1,0	-	5190	-	-	-
Flexcon 300/1,5	1,5	-	-	3893	-	-
Flexcon 300/2,0	2,0	-	-	-	2595	-
Flexcon 300/2,5	2,5	-	-	-	-	1298
Flexcon 425/0,5	0,5	9191	-	-	-	-
Flexcon 425/1,0	1,0	-	7353	-	-	-
Flexcon 425/1,5	1,5	-	-	5515	-	-
Flexcon 425/2,0	2,0	-	-	-	3676	-
Flexcon 425/2,5	2,5	-	-	-	-	1838
Flexcon 600/0,5	0,5	12976	-	-	-	-
Flexcon 600/1,0	1,0	-	10381	-	-	-
Flexcon 600/1,5	1,5	-	-	7785	-	-
Flexcon 600/2,0	2,0	-	-	-	5190	-
Flexcon 600/2,5	2,5	-	-	-	-	2595

Les capacités maximales en eau indiquées dans le tableau ci-dessus sont des valeurs théoriques pour une température moyenne de chauffe de 80 °C. Pour d'autres températures, les valeurs relevées doivent être multipliées par les coefficients suivants:  
 pour 85 °C: coefficient 0,89  
 pour 90 °C: coefficient 0,80  
 pour 95 °C: coefficient 0,73  
 pour 100 °C: coefficient 0,66

Contenance en eau de l'installation :

Contenance en eau de la chaudière : \_\_\_\_\_

Contenance en eau du ballon : \_\_\_\_\_

Contenance en eau de l'aérotherme = puissance x coef tableau flexcon = \_\_\_\_\_

Contenance totale = \_\_\_\_\_

Augmentation de volume en % : \_\_\_\_\_

Volume d'expansion : \_\_\_\_\_

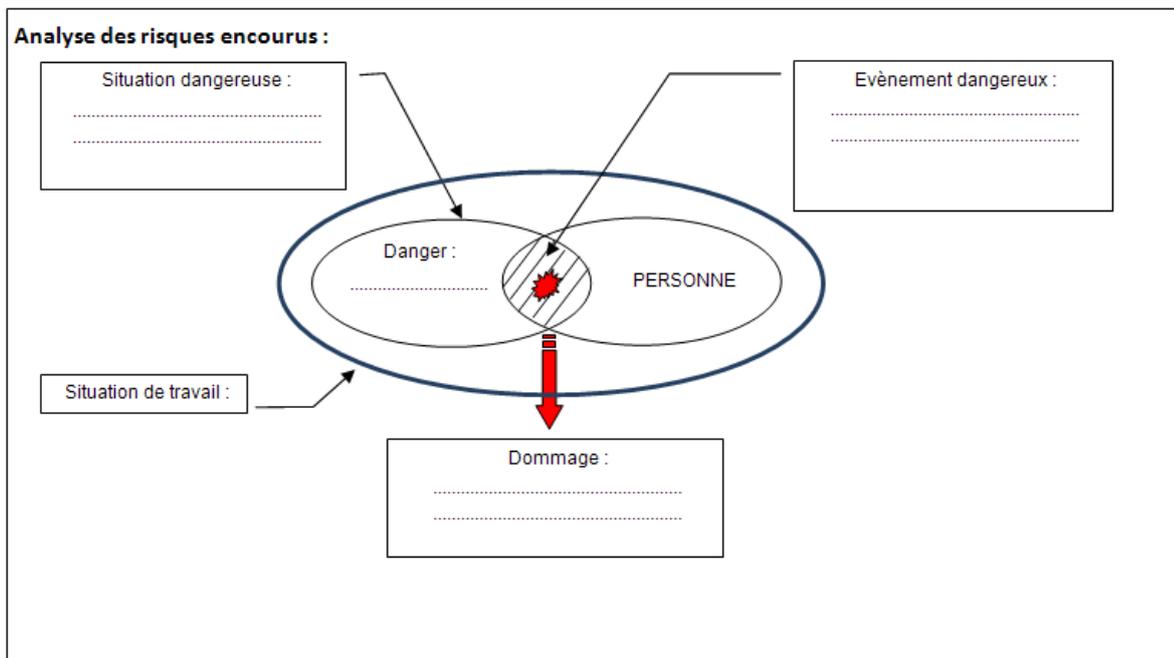
Effet utile = \_\_\_\_\_

Capacité brute = \_\_\_\_\_

Choix du vase = \_\_\_\_\_

**DOCUMENT SECURITE**

Analyser les risques liés au travail demandé en complétant le graphique ci-dessous.



Enumérer les mesures de prévention que vous allez prendre pour réduire ou supprimer les risques liés au travail demandé.

**Mesure de prévention :**

Prévention intrinsèque : .....

Protection collective : .....

Protection individuelle : .....

Information consignes : .....

Signaler – informer : .....

### Attestation d'entretien - CHAUDIERE BOIS de 4 à 400kW - 1/2

Nom du commanditaire :  Adresse du commanditaire :  Adresse du local chaudière :	Entreprise effectuant l'entretien :  Tel : Adresse :
--	---

<b>Caractéristiques de la chaudière</b> Marque, modèle : ..... Puissance nominale <b>Pn</b> (min,max) : ..... Mode d'évacuation, type : ..... Date de mise en service : ..... Numéro de série : .....	<b>Caractéristiques du brûleur (si applicable)</b> Combustible : ..... Marque, modèle : ..... Puissance nominale <b>Qn</b> (min,max) : ..... Date de mise en service : ..... Numéro de série : .....
--	---

Date du dernier entretien (si disponible) : .../.../.....	Date du dernier ramonage (si disponible) : .../.../.....
---	--

#### Points de contrôle obligatoires de l'entretien

	Sans objet	Validé	Non Validé
Vérification du raccordement et de l'étanchéité du conduit d'évacuation des produits de combustion		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification de l'état des joints		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du corps de chauffe et décentrage approfondi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification complète de l'appareil		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification du système d'alimentation automatique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du ou des ventilateurs (si présents)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification fonctionnelle des dispositifs de sécurité de l'appareil		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification fonctionnelle du circulateur de chauffage (si présent dans l'appareil)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle de la régulation (si présente)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### Points de contrôle recommandés

Vérification de la pression du réseau hydraulique		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chaudière avec ballon à accumulation : vérification des anodes et des accessoires fournis par le constructeur et suivant les prescriptions de celui-ci	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autre points vérifiés : .....			

**Mesures obligatoires après les opérations de réglage :**      L'imprimé du test de combustion peut aussi être agrafé sur l'attestation

Température des fumées : .....°C      Température ambiante : .....°C

> Pour les chaudières à alimentation automatique uniquement

Teneur CO2 et teneur O2 à préciser dans les fumées : .....%O<sub>2</sub>      .....%CO<sub>2</sub>

**Teneur en CO** à proximité de l'appareil en fonctionnement pour chaudière de type B (voir p.2) uniquement : ..... ppm

     %CO ≤ 20 ppm      La situation est normale

     20 ppm < %CO < 50 ppm      Il y a anomalie de fonctionnement nécessitant impérativement des investigations complémentaires concernant le tirage du conduit de fumée et la ventilation du local.

     %CO ≥ 50 ppm      Il y a un danger grave et imminent nécessitant la mise à l'arrêt de la chaudière et la recherche du dysfonctionnement avant remise en service

*A compter du 1er Juillet 2014 le seuil de 20 ppm sera abaissé à 10 ppm*

#### Appareil(s) de mesure (Marque et référence)

Rendement sur PCI de la chaudière à puissance nominale utile de fonctionnement (en %)		Emissions de poussières ( en mg/Nm3 à 10% d'O2)	
Rendement évalué de la chaudière	.... %	Emissions évaluées de poussières de la chaudière	....
		Emissions de référence de poussières	30
Rendement de référence (sauf impossibilité liée aux caractéristiques techniques de l'installation)	.... %	Emissions des composées organiques volatiles (COV) (en mgC3H8/Nm3 à 10% d'O2 )	
		Emissions évaluées de poussières de COV	....
		Emissions de référence de COV (sauf impossibilité liée aux caractéristiques techniques de l'installation)	55 (bûches) et 10 (granulés et bois déchiquetés)

LYCEE PROFESSIONNEL DU BATIMENT	MEE	NOM :
	<b><u>TRAVAUX PRATIQUES</u> : Mise en service et entretien chaudière bois à <u>granulés</u></b>	DATE :
		Page 8 sur 8

### Attestation d'entretien - CHAUDIERE de 4 à 400kW - 2/2

**Définitions :**

*Rendement de référence : pour les combustibles solides, le rendement de référence est le rendement sur PCI de la meilleure technologie équivalente de chaudière présente sur le marché en 2009. Pour les combustibles fioul et gaz, il s'agit du rendement sur PCI à charge totale d'une chaudière à condensation de même puissance.*

*Emission de référence : la valeur de référence correspond au niveau équivalent d'émissions atteint par l'utilisation des meilleures technologies de chaudières utilisant le même combustible et présent sur le marché de 2009.*

*Les chaudières de type B sont des chaudières avec circuit de combustion non étanche et raccordées à un conduit de fumée.*

*Les chaudières de type C sont des chaudières avec circuit de combustion étanche, aussi appelées "à ventouse".*

**Défauts corrigés suite aux opérations d'entretien :**

--

**Conseils et recommandations portant sur :**

> le bon usage de la chaudière en place

--

> les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation de chauffage

--

> l'intérêt éventuel du remplacement du brûleur, de la chaudière, ou de l'installation de chauffage

--

*Les conseils et recommandations de la présente attestation sont donnés à titre indicatif et ont une valeur informative. Aucun investissement proposé par la personne ayant effectué l'entretien ne revêt un caractère obligatoire. Il s'agit de conseils et non de prescriptions ou d'injonctions de faire, sauf pour le cas où une teneur anormalement élevée en monoxyde de carbone est constatée*

Date de la visite :    .... / .... / ....

Nom et signature de la personne ayant réalisé l'entretien :	Signature du commanditaire :
---	------------------------------