



UTILISATION DE LA NORME CSA P.9-11 POUR ÉTABLIR LES SPÉCIFICATIONS DES SYSTÈMES COMBINÉS DE CHAUFFAGE DES LOCAUX ET DE L'EAU

Inclut un aperçu pour les constructeurs et un processus de spécification pour les concepteurs d'installations mécaniques et les installateurs.

V1.0 Février 2017



Produit par l'équipe des Partenariats locaux en matière d'efficacité énergétique (LEEP) de Ressources naturelles Canada.

RNCan.LEEP.RNCan@Canada.ca

Le présent document technique utilise de la terminologie, des abréviations et des équations couramment utilisées dans l'industrie. Pour en avoir une description en langage clair, veuillez consulter l'annexe.

Les unités anglaises sont utilisées par souci de cohérence avec les *P.9 Combo Performance Specification Summaries* (Spécifications de fonctionnement selon P.9 des systèmes combinés).

Remerciements

Ressources naturelles Canada (RNCan) aimerait remercier les constructeurs qui ont participé aux initiatives des Partenariats locaux en matière d'efficacité énergétique (LEEP). La nécessité de la présente publication a été mise en lumière par leur travail et par celui des fabricants et concepteurs à qui ils ont demandé de répondre à leur intérêt.

L'élaboration d'un processus de spécification pour les systèmes combinés a été rendue possible grâce à l'établissement par l'Office de l'efficacité énergétique d'une base de données de recherche sur les systèmes mis à l'essai en conformité de la norme P.9.

Ressources naturelles Canada (RNCan) aimerait également remercier les nombreux fabricants qui ont conçu des systèmes combinés efficaces et les ont soumis aux essais de la norme P.9 par l'intermédiaire d'un laboratoire indépendant.

Remarque importante

L'objectif de la présente publication est de fournir des directives sur la façon d'utiliser les cotes de la norme P.9 dans la sélection et la spécification d'un système combiné efficace et bien dimensionné. Bien que d'autres facteurs puissent être importants dans le choix d'un système combiné, ils dépassent le cadre de la présente publication.

Ressources naturelles Canada décline toute responsabilité pour d'éventuelles atteintes à la personne ou à la propriété, ou de pertes découlant de l'information contenue dans la présente publication. Ce guide n'est distribué qu'à titre d'information et ne reflète pas nécessairement l'opinion du gouvernement du Canada; il ne constitue pas non plus une approbation d'un produit commercial ou d'une entreprise particulière.

Numéro de catalogue : M154-109/2017F-PDF

ISBN : 978-0-660-07661-4

Also available in English under the title: « Use of CSA P.9-11 to Specify Combination Space & Water Heating Systems »

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2017

TABLE DES MATIÈRES

APERÇU POUR LES CONSTRUCTEURS	1
DONNÉES SUR LES ESSAIS SELON LA NORME P.9	3
PROCESSUS DE SPÉCIFICATION	4
pour les concepteurs d'installations mécaniques et les installateurs	4
ÉTAPE 1 : DÉFINIR LES EXIGENCES DE CONCEPTION (CALCUL)	5
EXEMPLE D'ÉTAPE 1 : DÉFINIR LES EXIGENCES DE CONCEPTION	6
ÉTAPE 2 : CHOISIR UN SYSTÈME COMBINÉ RESPECTANT LES EXIGENCES DE CONCEPTION	9
EXEMPLE D'ÉTAPE 2 : CHOISIR UN SYSTÈME COMBINÉ RÉPONDANT AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	11
ÉTAPE 3 : ADAPTER LES COMPOSANTS, L'INSTALLION ET LA MISE EN SERVICE DU SYSTÈME « TEL QU'IL EST INSTALLÉ » EN FONCTION DES RÉSULTATS DU SYSTÈME « TEL QUE MIS À L'ESSAI »	14
Repérer les principaux composants requis pour le système combiné sélectionné	14
Installation du système combiné	15
Réglages et points de consigne des commandes	15
ANNEXE	16
Terminologie et abréviations	16

APERÇU POUR LES CONSTRUCTEURS

Les constructeurs ont besoin de systèmes combinés qui sont

- adéquatement dimensionnés pour réduire le risque de rappels et de plaintes et
- éconergétiques afin de réduire les coûts énergétiques pour les consommateurs.

Il est maintenant beaucoup plus facile de respecter ces critères lorsque des concepteurs d'installations mécaniques utilisent les résultats aux essais de la norme CSA P.9-11, qui fournissent des cotes de capacité (puissance) et d'efficacité, des listes de composants et de l'information pour l'installation et la mise en service. Les résultats aux essais de la norme CSA P.9-11 pour plus de 60 systèmes sont facilement disponibles, sur des formulaires intitulés « **Combo Performance Specification Summary (Ref. CSA Standard P.9-11)** » (*Spécifications de fonctionnement des combos, selon la norme CSA P.9*), et leur utilisation par les concepteurs et installateurs est expliquée dans le reste du présent document. L'utilisation de ces résultats d'essai peut éliminer le jeu de devinettes souvent associé au dimensionnement des systèmes, réduisant au minimum le risque de surdimensionnement ou de sous-dimensionnement.

Il est important d'utiliser les cotes d'efficacité de la norme CSA P.9-11 car le fait de savoir seulement le rendement d'un chauffe-eau en mode « chauffage d'eau » **ne donne** pas d'information utile sur l'efficacité d'un système combiné en mode de chauffage des locaux. Le Code national du bâtiment (et certains codes du bâtiment provinciaux) impose depuis peu une exigence minimale pour les systèmes en utilisant les **facteurs de rendement thermique (TPF)** de la norme CSA P.9-11.

Aidez votre concepteur d'installations mécaniques à établir des exigences de conception appropriées en lui fournissant de l'information sur les facteurs suivants considérés dans la norme P.9 :

- A. La **capacité de chauffage d'eau** est utilisée pour dimensionner les chauffe-eau à la demande (chauffe-eau instantanés) qui sont typiquement utilisés dans les systèmes combinés cotés selon la norme P.9.
 - Le constructeur doit fournir les plans de la maison, les spécifications des robinets à haut débit et à faible débit et tout besoin simultané lié aux douches autre que ceux des hypothèses typiques de dimensionnement du concepteur d'installations mécaniques.
- B. La **capacité de chauffage des locaux** sera déterminée à l'aide de la norme CSA F280-12 de la même façon que pour tout autre système de chauffage.
- C. La **pression statique externe (PSE)** désigne le *différentiel de pression d'air entre l'entrée et la sortie de l'appareil de traitement de l'air*.
 - Le constructeur doit discuter de ses besoins liés au système de distribution de l'air, y compris : zone unique ou multizones; conduits secondaires classiques ou de diamètre moyen ou petit; registres de soufflage au plancher ou en partie supérieure des murs et degré d'étanchéité des conduits.

D. Facteur de rendement thermique (TPF).

- Le constructeur peut s'informer auprès de son conseiller en efficacité énergétique sur les possibilités de spécifier des TPF élevés pour aider à satisfaire aux exigences de rendement de l'ensemble de l'habitation (y compris des points accordés pour l'ensemble des options du constructeur [ensemble d'options du constructeur ou EOC Points] selon le système Energy Star).

E. Consommation annuelle d'électricité (AE) : *Facteur facultatif*, peut être utilisé pour aider à choisir entre des options similaires.**F. La tuyauterie d'interconnexion** est la longueur équivalente de tuyauterie utilisée lorsqu'un système est mis à l'essai selon la norme P.9.

- Le constructeur doit indiquer si le chauffe-eau et l'appareil de traitement de l'air doivent être placés l'un près de l'autre ou, s'ils sont très éloignés, doit discuter de leurs emplacements avec le concepteur et doit demander quels seront les effets potentiels sur les cotes et la façon dont les rajustements nécessaires seront établis.

Demandez à votre concepteur des copies des renseignements suivants pour le système recommandé :

- **Tableau Exigences et cotes du système sélectionné.** Préparé par votre concepteur, ce tableau énonce les résultats aux essais, ce qui permet de vérifier si le système sélectionné répond aux exigences de calcul pour votre projet.
- **Combo Performance Specification Summary (Ref. CSA Standard P.9-11) (Spécifications de fonctionnement des combos, tiré de la norme CSA P.9-11) :** Consulter ces spécifications pour les résultats des essais subis par le système du fabricant. Elles fournissent de l'information cruciale sur l'achat, l'installation et la mise en service des composants, afin de s'assurer que le système « tel qu'il est installé » puisse correspondre au système « tel que mis à l'essai ».
- **Schéma d'installation fourni par le fabricant :** Permet d'examiner l'installation et la mise en service avec l'installateur.

Conserver une copie des trois éléments ci-dessus près du manuel du chauffe-eau pour consultation ultérieure.

DONNÉES SUR LES ESSAIS SELON LA NORME P.9

Les sections A à E sont utilisées par le concepteur d'installations mécaniques afin de trier les systèmes potentiels en fonction de leur capacité de respecter les exigences de conception minimales.

Les sections C, F, G et H fournissent l'information requise pour : l'achat des composants; la conception de la tuyauterie d'interconnexion et du système de conduits; et l'installation et la mise en service de tout le système combiné de façon que le système « tel qu'il est installé » puisse atteindre le rendement nominal du système « tel que mis à l'essai ».

Figure 1 : Exemple de Spécifications de fonctionnement selon P.9.

MODÈLE DE SPÉCIFICATION DE FONCTIONNEMENT (Réf. norme CSA P.9-11)			
Organisme d'essai : Laboratoire d'essai CVCA		Numéro de modèle : XA-COMB-175-900L	
Intégrateur de système : X-Emple CVCA Inc.			
100, rue Main			
Ottawa (ON)		Données de plaque signalétique : 120 volts S/O amp.	
Date de 1re parution : 19 sept 2016		Débit calor. entrant nom. du brûleur : 51.2 kW 175,000 Btu/h	
Date de révision :		Type de combustible :	
Raison :			
		D Facteur de rendement thermique (TPF) 0.95	
		E Consommation annuelle d'électricité (AE) 1 801 kWh/an	
RENDEMENT NOMINAL			
Facteur de rendement thermique (TPF) 0.95		Consommation annuelle d'électricité (AE) 1 801 kWh/an	
Rendement fonctionnel nominal			
Cotes de rendement		B Chauffage des locaux (toutes les cotes ci-dessous sont à un PLF de 1)	
Capacité composite de chauffage des locaux (CSHE) 95 (%)		Capacité 41,980 Btu/h 12.3 kW	
Facteur de rendement du chauffage de l'eau (WHPF) 0.96		Débit d'air 900 pi ³ /min std de 1) 424 L/s	
Efficacité de récupération 97 (%)		SP (reprise) 0.2 po col. d'eau 50 Pa	
Pertes thermiques en veille — vent. circ. arrêté voir comment. W		ESP (alimentation) 0.2 po col. d'eau 50 Pa	
Pertes thermiques en veille — vent. circ. en marche voir comment. W		Température air de reprise 21.6 °C	
		Augmentation temp. de l'air 35.3 °C	
		Temp. de l'eau à l'entrée du serpent 81.1 °C	
		Débit d'eau 3.1 gal US/min 11.5 L/min	
Cotes de rendement, charge partielle de chauffage des locaux		C Capacité nominale (ECS) de première heure (OHR)	
Fact. de charge partielle (PLF)	Rendement net	Cons. moyenne d'électricité ventilateur de circ.*	OHR - sans appel de chauffage des locaux 1,140 L
@ PLF 1	93 (%)	440 W	290 W
@ PLF 0,4	97 (%)	315 W	285 W
@ PLF 0,15	91 (%)	170 W	285 W
* mesurée lorsque le ventilateur est en marche			
Résultats de l'essai de chauffage concurrent des locaux et de l'eau		A Capacité nominale (ECS) de première heure (OHR)	
Eau soustraie à 49 ± 3 °C avec ou sans appel de chaleur		OHR - avec appel concurrent de chauffage des locaux 1,142 L	
Débit (L/min)	Temps pour atteindre la température (minutes)	Temps, tolérance de ± 3°C (minutes)	Puissance en mode de veille (P(cont)) 14 W
	avec	sans appel de chaleur	Cons. quotidienne pour le chauffage de l'eau (E _{24h,0UT}) 0.18 kWh
3	1.0	1.0	indéfini
15	0.4	indéfini	indéfini
		Cons. annuelle pour le chauffage de l'eau (AE _{OHR}) 66 kWh	
Description des principaux composants du combo			
Générateur de chaleur (HG), marque, modèle :		X-Emple CVCA, XA-HG-175	
Appareil de traitement d'air (AH), marque, modèle :		X-Emple CVCA, XA-AH-900L	
Moteur de vent. de circ., marque, modèle :		X-Emple CVCA, MTR-05, 1/2 HP, ECM	
Circulateur, marque, modèle et emplacement :		X-Emple, CIR-05, interne au générateur de chaleur	
Commandes supplémentaires externes à HG :			
Moyen automatique d'ajustement de la temp. de l'eau pendant le chauffage des locaux (O/N) :		F Tuyauterie d'interconnexion (longueur, dia. nom., isolant) : 24 pi équivalents, 3/4 po PEX (nominal), isolant R4	
Type, marque et numéro de modèle connexe :		X-Emple, ensemble « Contrôle Combo », XA-CC-100	
Tuyauterie d'interconnexion (longueur, dia. nom., isolant) :		24 pi équivalents, 3/4 po PEX (nominal), isolant R4	
Autre :		Mitigeur thermostatique avec clapets antiretour, X-Emple XA-TMV-100, réglé à 120 °F (49 °C) pour ECS	
		Capteur de température extérieure - inclus dans l'ensemble « Contrôle Combo »	
		Interrupteur d'écoulement d'ECS - inclus dans l'ensemble « Contrôle Combo »	
Commentaires de l'organisme d'essai :		H	
Température du chauffe-eau réglée à 120 °F (49 °C) pour les essais de chauffage d'ECS		Non	
Température du chauffe-eau programmée à 180 °F (82 °C) pour le chauffage des locaux (PLF=1)		Non	
Séquence d'exercice de pompe ne déclenche pas le fonctionnement du brûleur		Non	
Séquence d'exercice de pompe : 1 minute toutes les 24 heures			
Temporisations de 10 secondes de mise en marche du ventilateur de circulation			
Temporisations de 30 secondes à l'arrêt du ventilateur de circulation			
Toutes les commandes réglées aux valeurs par défaut de l'usine, sauf indication contraire			
Pas de réservoir d'accumulation - essai de perte thermique en mode de veille non requis			
Conversions :			
249 pascals = 1 po d'eau		1 kW = 3 413 Btu/h	

PROCESSUS DE SPÉCIFICATION

pour les concepteurs d'installations mécaniques et les installateurs

Objectif : La présente section guide pas à pas les concepteurs d'installations mécaniques et les installateurs dans l'examen des données cruciales des essais réalisés par des tiers indépendants selon la norme P.9 dans le but de sélectionner et de spécifier un système combiné efficace et bien dimensionné. Les résultats d'essai pour chaque système sont consignés sur un formulaire **Modèle de spécification de fonctionnement, tiré de la norme CSA P.9-11** (appelé ci-après **Sommaire de rendement selon P.9** dans le reste du présent document). Les résultats d'essai selon P.9 permettent de comparer de façon équitable les systèmes combinés et peuvent aider à réduire les risques de sous-dimensionnement des systèmes combinés, qui les rendrait incapables de satisfaire les charges de calcul, ou de surdimensionnement, qui augmenteraient les coûts pour le constructeur.

Les **Sommaire de rendement selon P.9** contiennent l'information requise pour que le système sélectionné « tel qu'il est installé » atteigne les valeurs de rendement obtenue aux essais selon P.9.

Format : Le présent document vous aidera à trouver les résultats d'essai pour vos exigences de conception :

- A : Capacité de chauffage d'eau
- B : Capacité de chauffage des locaux
- C : Pression statique externe (PSE) totale
- D : Facteur de rendement thermique (TPF)
- E : Consommation annuelle d'électricité (AE) : Facteur facultatif
- F : Tuyauterie d'interconnexion

Marche à suivre pour spécifier des systèmes combinés à l'aide des résultats d'essai selon P.9 :

➤➤ **ÉTAPE 1 :** Définir les exigences de conception

➤➤ **ÉTAPE 2 :** Choisir un système combiné répondant aux exigences de conception :

- Créer une courte liste des systèmes répondant aux exigences de conception
- Choisir un système combiné parmi ceux de la courte liste
- Confirmer que le système sélectionné répond effectivement aux exigences de conception à l'aide des données des Spécifications de fonctionnement selon P.9.
- Fournir le constructeur avec la documentation

➤➤ **ÉTAPE 3 :** Spécifier les composants et les exigences d'installation à appliquer pour atteindre les cotes de rendement selon P.9.

Avant de commencer à établir les exigences de conception, organiser une réunion avec le constructeur pour examiner l'information qu'il devra vous fournir afin que vous élaboriez les exigences. Demandez-lui de lire à l'avance la partie « Survol pour les constructeurs » afin d'être prêt pour la réunion.



ÉTAPE 1 : DÉFINIR LES EXIGENCES DE CONCEPTION

Il est essentiel de suivre les facteurs suivants selon P.9 pour toutes les étapes du présent document :

A: Capacité de chauffage d'eau :

Les charges de pointe pour le chauffage d'eau sont typiquement plus élevées que les charges de pointe pour le chauffage des locaux. Commencez par repérer les combinés ayant une capacité de production d'eau chaude suffisante pour satisfaire les exigences de conception à la température minimale de l'eau à l'admission pour la localité de la maison.

Les capacités de chauffage d'eau selon P.9 sont exprimées par la capacité nominale de première heure (OHR) et les exigences connexes peuvent être facilement établies en se fondant sur les cotes fondées sur le débit couramment utilisées.

B: Capacité de chauffage des locaux :

Les codes du bâtiment exigent que la capacité de chauffage des locaux du matériel soit égale ou supérieure à la charge de chauffage de calcul de l'habitation déterminée à l'aide de la charge de calcul de la norme CSA F280-12.

Déterminez cette charge de calcul puis appliquez-y un facteur de sécurité de votre choix pour établir l'exigence minimale de capacité de chauffage des locaux pour le système combiné. L'ampleur du facteur de sécurité peut dépendre, d'une part, de la clarté des détails de conception ayant un effet sur les déperditions de chaleur et, d'autre part, de l'expérience passée avec le constructeur.

C: Pression statique externe (PSE) totale :

La PSE totale maximale à laquelle le système peut fonctionner à la capacité de chauffage des locaux requise est déterminée en fonction de la conception des conduits d'air. Il est également possible, pour un concepteur expérimenté, d'estimer la PSE maximale en se basant sur le type de système de distribution que le constructeur compte installer, d'utiliser cette PSE pour orienter le choix du système combiné, puis d'élaborer la conception des conduits en utilisant les données de température et de débit contenues dans les **Spécifications de fonctionnement selon P.9**.

NOTE : L'installation d'un système selon P.9 ayant une PSE totale nominale inférieure à la valeur de calcul nuira à l'efficacité du système combiné « tel qu'il est installé », ce qui entraînera une capacité de chauffage des locaux inférieure à celle indiquée dans les **Spécifications de fonctionnement selon P.9**. Il pourrait en résulter une incapacité du système combiné à répondre aux charges de chauffage des locaux de la maison.

D: Facteur de rendement thermique (TPF) :

Le TPF établit l'efficacité d'utilisation du gaz en se fondant sur les résultats d'essai pour le chauffage des locaux et de l'eau. Des valeurs supérieures correspondent à une efficacité accrue et à de plus faibles coûts d'énergie. La liste d'efficacité de RNCAN indique une vaste plage de valeurs de TPF. Le TPF minimal acceptable peut être fixé par le code du bâtiment ou établi en fonction de tout programme d'habitations à haut rendement énergétique auquel le constructeur compte inscrire la résidence.

E: Consommation annuelle d'électricité (AE) : Facteur facultatif

Cette valeur est une estimation de la consommation annuelle d'électricité en kilowatts-heures par les soufflantes et ventilateurs, par les pompes et par les appareils de régulation dans des conditions typiques de service. La plage des valeurs d'AE des systèmes combinés est très étendue.

Le constructeur ou le concepteur n'établit généralement pas une cible de consommation d'électricité, mais utilisera les valeurs d'AE publiées pour comparer l'efficacité de différents systèmes combinés envisagés. La sélection du matériel présentant les valeurs d'AE les plus basses réduira les factures d'électricité du propriétaire de la résidence.

F: Tuyauterie d'interconnexion

Si le chauffe-eau et l'appareil de traitement de l'air peuvent être placés l'un près de l'autre, les capacités de chauffage mesurées aux essais de la norme P.9 peuvent être obtenues avec une tuyauterie d'interconnexion de conception simple. Par contre, s'ils doivent être plus éloignés, il faut communiquer avec le fabricant pour déterminer l'effet sur les capacités mesurées ainsi que les ajustements nécessaires.

EXEMPLE D'ÉTAPE 1 : DÉFINIR LES EXIGENCES DE CONCEPTION

Cet exemple illustre comment utiliser les facteurs A à F selon la norme P.9 pour définir les exigences de sélection d'un système combiné pour la maison de l'exemple (à droite).

Le constructeur a fourni toute l'information permettant au concepteur d'établir les exigences de conception du système combiné. Ces exigences de conception seront employées à l'ÉTAPE 2 pour faire un tri afin d'établir les systèmes envisageables.

Fait à remarquer – le concepteur a fixé le TPF minimal acceptable à un niveau permettant au constructeur d'obtenir certains points pour l'ensemble des options du constructeur (*ensemble d'options du constructeur* ou *EOC*) dans le cadre du système Energy Star® pour les maisons neuves (ESMN).



Figure 2 : Maison de l'exemple

Tableau 1 : Exemple d'exigences de conception de système combiné

Facteurs selon P.9	Exigence de conception	Description de l'exigence de conception
A. Capacité de chauffage d'eau	<p>≥15,2 L/min avec une température d'eau à l'admission de 10 °C.</p> <p>Cela représente une OHR requise de 1 021 L/h ou plus</p> <p>Voir la figure 3 pour des détails sur la conversion et le facteur d'échelle.</p>	<p>Le concepteur a déterminé que l'exigence de capacité de production d'eau chaude domestique (ECD) pour la maison de l'exemple est de 15,2 L/min. La température minimale de l'eau à l'admission pour la localité prévue est de 10 °C.</p> <p>Les systèmes combinés cotés selon la norme P.9 dans les actuelles listes de RNCan utilisent un chauffe-eau à la demande. Les fabricants indiquent généralement la capacité de leurs chauffe-eau à la demande par un débit (en gal. US/min ou en L/min, par exemple) en fonction d'une augmentation de température prescrite. En comparaison, les <i>Spécifications de fonctionnement selon P.9</i> prescrivent la capacité de sortie par la capacité nominale de première heure (OHR) (en L/h) à une température d'eau à l'admission de 14,4 °C et une température de distribution de 49,0 °C.</p>
B. Capacité de chauffage des locaux	<p>≥40 500 Btu/h (11,9 kW)</p>	<p>À partir de l'analyse des déperditions de chaleur du bâtiment établie selon la norme CSA F280-F12 et en appliquant un facteur de sécurité établi par le concepteur d'installations mécaniques, la capacité de chauffage des locaux minimale requise est de 40 500 Btu/h (11,9 kW), y compris le facteur de sécurité.</p>
C. Pression statique externe (PSE) totale	<p><i>PSE (reprise) :</i> 0,15 po col. d'eau</p> <p><i>PSE (soufflage) :</i> 0,25 po col. d'eau</p> <p><i>Débit d'air de calcul :</i> 850 pi³/min réel</p> <p>PSE total : 0,40 po col. d'eau à 850 pi³/min réel</p>	<p>À partir du système de conduits prescrit par le concepteur pour le modèle de la maison, l'exigence de PSE total est de 0,40 po de colonne d'eau (100 Pa) à un débit réel d'air de calcul de 850 pi³/min (400 L/s).</p>
D. Facteur de rendement thermique (TPF)	<p>≥ 0,93</p>	<p>Le constructeur planifie d'inscrire la maison au programme Energy Star et demande à obtenir les points Ensemble des options du constructeur (EOC) pour le système combiné. Dans notre exemple de conception, 0,93 est le seuil minimal de TPF pour obtenir les points EOC désirés.</p>
E. Consommation annuelle d'électricité (AE)	<p>Non prescrite</p>	<p>Le constructeur veut la plus basse consommation d'électricité possible, mais n'a pas prescrit un niveau minimal pour le système combiné.</p>
F. Tuyauterie d'interconnexion	<p>Non prescrite</p>	<p>Le constructeur a choisi de placer le chauffe-eau et l'appareil de traitement de l'air à proximité l'un de l'autre. Une fois que le système est sélectionné, une disposition de tuyauterie sera obtenue de façon que la longueur équivalente de tuyauterie d'interconnexion soit inférieure ou égale à celle du système tel que mis à l'essai selon la norme P.9.</p>

Note concernant la capacité nominale de première heure des chauffe-eau à la demande :

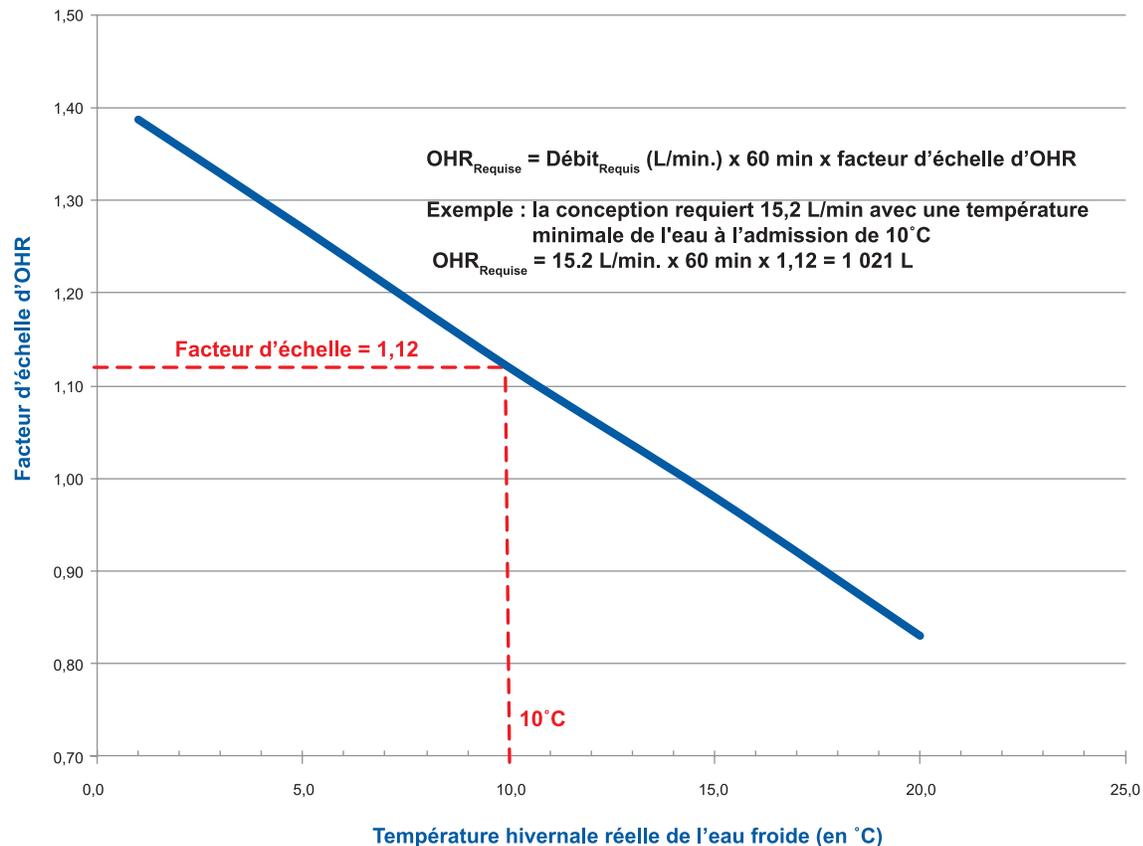
Les fabricants indiquent généralement la capacité de leurs chauffe-eau à la demande par un débit (en gallons US/min ou en L/min, par exemple) en fonction d'une augmentation de température prescrite. En comparaison, les **Spécifications de fonctionnement selon P.9** prescrivent la **capacité de sortie par la capacité nominale de première heure (OHR)** (en L/h) à une température d'eau à l'admission de 14,4 °C et une température de distribution de 49,0 °C.

La capacité de distribution réelle d'un chauffe-eau à la demande variera selon la température de l'eau froide à l'admission. La figure 3 fournit des **facteurs d'échelle d'OHR** permettant de rajuster l'OHR requise pour compenser les variations de la température minimale de l'eau à l'admission pour la localité de construction.

La **capacité nominale de première heure requise (OHR_{requisse})** pour un chauffe-eau à la demande est obtenue au moyen de l'équation suivante :

$$\text{OHR}_{\text{requisse}} = \text{Débit}_{\text{requis}} \text{ (en L/min) } \times 60 \text{ min} \times \text{facteur d'échelle d'OHR}$$

Figure 3 : Facteur d'échelle d'OHR pour rajustement en fonction de la température minimale de l'eau à l'admission



Capacité nominale de première heure des chauffe-eau à réservoir d'accumulation :

Pour les systèmes combinés comportant un chauffe-eau à réservoir d'accumulation ainsi que des directives sur la contenance du réservoir pour satisfaire les pointes de demande d'eau chaude domestique, se reporter au document intitulé « *Worksheet for Integrated Combo System Design* » publié par la SkillTech Academy de l'Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération.



ÉTAPE 2 : CHOISIR UN SYSTÈME COMBINÉ RESPECTANT LES EXIGENCES DE CONCEPTION

Pour choisir un système combiné :

- **Créer une courte liste** des systèmes répondant aux exigences de conception pour les facteurs A à E selon la norme P.9.
- **Choisir** un système combiné parmi ceux de la courte liste.
- **Confirmer** que le système choisi répond effectivement aux exigences de conception.
- **Fournir** au constructeur des copies de votre **tableau Exigences et cotes du système sélectionné**, du **schéma du système** et des **Sommaire du rendement selon P.9** fournis par le fabricant.

Créer une courte liste

Pour déterminer les systèmes potentiels répondant aux exigences de conception, téléchargez la liste en ligne des systèmes combinés mis à l'essai selon la norme P.9 de RNCAN, qui est fréquemment mise à jour à l'adresse suivante : http://oee.nrcan.gc.ca/pml-imp/index.cfm?language_langue=fr&action=app%2Esearch%2Drecherche&appliance=P9COMBO. Le concepteur peut télécharger, sous forme de chiffrier, toute la liste des systèmes mis à l'essai ou seulement ceux du ou des fabricants qui l'intéressent.

Pour éliminer les systèmes qui ne répondent pas à vos exigences, trier les feuilles du chiffrier selon l'ordre suivant :

1. Trier par A) la colonne **Capacité de chauffage d'eau**, puis supprimer toutes les rangées montrant des systèmes ayant une capacité de chauffage d'eau insuffisante pour votre application.
2. Répéter le processus de tri par colonnes et de suppression de rangs dans l'ordre suivant : B) **Capacité de chauffage des locaux**, C) **Pression statique externe (PSE) totale** et D) **Facteur de rendement thermique (TPF)**. Si désiré, répéter pour E) **Consommation annuelle d'électricité (AE)**.

Vous obtiendrez ainsi une courte liste des systèmes combinés envisagés répondant aux exigences de conception **minimales** pour ces facteurs selon la norme P.9.

Lorsque la longueur équivalente requise de la **tuyauterie d'interconnexion** doit être supérieure à celle utilisée pendant les essais de la norme P.9, il faut communiquer avec les fabricants pour en déterminer l'effet sur les capacités mesurées ainsi que les rajustements nécessaires.

Choisir un système combiné :

1. Examiner les systèmes envisageables de la courte liste et éliminer ceux qui ont une importante **surcapacité (surdimensionnement)**.
2. Appliquez vos facteurs opérationnels (comme le coût, la durabilité, la provenance locale et le service) pour réduire encore la courte liste à quelques derniers systèmes envisageables.
3. Obtenir les **Sommaire du rendement selon P.9** et les **schémas de système** réels des fabricants pour obtenir les données d'essai supplémentaires qui ne sont **pas** disponibles sur la base de données en ligne de RNCan. L'information supplémentaire, qui est nécessaire pour spécifier les composants du système et pour guider les installateurs, est disponible dans la section *Description of Major Components* (Description des principaux composants) et est décrite plus loin dans le présent document.
4. Choisir le système combiné préféré.

Confirmer que le système choisi respecte les exigences de conception :

1. Passez en revue vos exigences de conception aux valeurs réelles fournies par les **Spécifications de fonctionnement selon P.9** pour confirmer que votre système préféré répond à vos exigences de conception.
2. Créer un **tableau Exigences et cotes du système sélectionné** à fournir au constructeur.

Fournir le constructeur avec documentation :

Des copies de votre tableau Exigences et cotes du système sélectionné, du schéma du système et des **Sommaire du rendement selon P.9** fournis par le fabricant.

EXEMPLE D'ÉTAPE 2 : CHOISIR UN SYSTÈME COMBINÉ RÉPONDANT AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

Créer une courte liste des systèmes répondant aux exigences de conception :

Le concepteur a téléchargé, à partir de la base de données en ligne de RNCAN, tous les systèmes combinés mis à l'essai selon la norme P.9. (Cet exemple utilise les 64 systèmes inscrits sur la liste au 31 octobre 2016.) Le concepteur a appliqué les exigences de conception une à la fois, dans l'ordre, de A à E, pour trier les systèmes possibles répondant aux exigences minimales de conception. Un sommaire des résultats de ce tri pour la maison de l'exemple est fourni ci-dessous.

Tableau 2 : Tri des systèmes combinés pour établir une courte liste de systèmes envisageables

Facteurs selon P.9	Exigence de conception	Plage de performance des systèmes combinés cotés selon la norme P.9-11 disponibles à la date de l'analyse	Résultats du tri
A. Capacité de chauffage d'eau	OHR \geq 1 021 L (avec une température d'eau à l'admission de 14,4 °C)	Tous les systèmes combinés cotés selon la norme P.9 utilisent un chauffe-eau à la demande. La capacité de production d'eau chaude domestique (ECD) fournie sur la fiche P.9 est la capacité nominale de première heure (OHR) . Les OHR des systèmes cotés selon P.9 varient entre 504 et 1 459 L.	55 des 64 systèmes respectent le critère de capacité de production d'eau chaude.
B. Capacité de chauffage des locaux	\geq 40 500 Btu/h (11,9 kW)	La capacité de chauffage des locaux des systèmes cotés selon P.9 ayant subsisté au tri précédent varie entre 17 868 et 94 371 Btu/h.	29 des 55 systèmes subsistants respectent le critère de capacité de chauffage des locaux.
C. Pression statique externe (PSE) totale	\geq 0,40 po col. d'eau à 850 pi ³ / min réel	Les valeurs de pression statique externe (PSE) totale des systèmes cotés selon P.9 ayant subsisté au tri précédent varient entre 0,4 et 1,1 po de colonne d'eau. Ces valeurs sont obtenues en additionnant les PSE des conduits de reprise et d'alimentation.	29 des 29 systèmes subsistants respectent le critère de la PSE.
D. Facteur de rendement thermique (TPF)	\geq 0,93	Les valeurs de facteur de rendement thermique (TPF) des systèmes cotés selon P.9 ayant subsisté au tri précédent varient entre 0,80 et 0,98.	9 des 29 systèmes subsistants respectent le critère du TPF.
E. Consommation annuelle d'électricité (AE)	<i>Non prescrit</i>	Les valeurs de consommation annuelle d'électricité des systèmes cotés selon P.9 ayant subsisté au tri précédent varient entre 1 358 et 3 353 kWh.	9 des 9 systèmes subsistants respectent le critère de l'AE.
F. Tuyauterie d'interconnexion	<i>Non prescrit</i>	Les valeurs de tuyauterie d'interconnexion des systèmes cotés selon P.9 ayant subsisté au tri précédent varient entre 20 et 24 pieds équivalents de tuyauterie de polyéthylène réticulé (PEX) de $\frac{3}{4}$ po de diamètre.	9 des 9 systèmes subsistants respectent le critère de tuyauterie d'interconnexion.

Choisir un système combiné parmi ceux de la courte liste

L'application des facteurs de tri selon la norme P.9 a permis de cibler neuf (9) systèmes combinés envisageables répondant aux exigences minimales pour la maison de l'exemple. Parmi ces 9 systèmes, le concepteur a évalué et éliminé les systèmes présentant une **surcapacité** de chauffage des locaux puisque les capacités des systèmes de la courte liste s'évaluaient entre 41 555 et 94 371 Btu/h (entre 12,2 et 27,6 kW). La surcapacité en regard d'autres facteurs selon la norme P.9 a permis d'écartier d'autres systèmes, résultant en une liste écourtée à seulement trois (3) systèmes envisageables répondant étroitement aux exigences de conception.

Le concepteur a obtenu les **Sommaire du rendement selon P.9** et les **schémas de système** des fabricants pour les trois (3) derniers systèmes envisageables pour arriver à faire le choix définitif du système combiné respectant le mieux les exigences de conception en plus de correspondre aux facteurs opérationnels supplémentaires autres que ceux selon P.9 tel que le coût, la durabilité, la provenance locale et le service.

Confirmer que le système choisi répond effectivement aux exigences de conception

Pour le système sélectionné, le concepteur a utilisé les **Sommaire du rendement selon P.9** pour en tirer les données des facteurs de tri selon la norme P.9. Les valeurs cotées ont été utilisées pour créer le **tableau Exigences et cotes du système sélectionné** qui, par comparaison, permet de confirmer que le système choisi respecte les exigences de conception.

Figure 4 : Exemple de l'information des Spécifications de fonctionnement selon P.9 qui est utilisée pour élaborer le tableau « Exigences et cotes du système sélectionné »

MODÈLE DE SPÉCIFICATION DE FONCTIONNEMENT (Réf. norme CSA P.9-11)			
Organisme d'essai : Laboratoire d'essai CVCA		Numéro de modèle : XA-COMB-175-900L	
Intégrateur de système : X-Emple CVCA Inc. 100, rue Main Ottawa (ON)		Données de plaque signalétique : 120 volts 5/0 amp. Débit calor. entrant nom. du brûleur : 51,2 kW 175.000 Btu/h	
Date de 1 ^{re} parution : 19 sept 2016		Type de combustible : D	
Date de révision : _____		Facteur de rendement thermique (TPF) 0,95	
Raison : _____		E	
RENDEMENT NOMINAL		Consommation annuelle d'électricité (AE) 1 801 kWh/an	
Facteur de rendement thermique (TPF) 0,95			
Consommation annuelle d'électricité (AE) 1 801 kWh/an			
Rendement fonctionnel nominal			
Cotes de rendement		B Chauffage des locaux (toutes les cotes ci-dessous sont à un PLF de 1)	
Capacité composite de chauffage des locaux (CSHC) 95 (%)		Capacité 41,980 Btu/h 12,3 kW	
Facteur de rendement du chauffage de l'eau (WHPF) 0,96		C	
Efficacité de récupération 97 (%)		Débit d'air 900 pi ³ /min std de 1) 424 L/s	
Pertes thermiques en veille – vent. circ. arrêté voir comment. W		SP (reprise) 0,2 po col. d'eau 50 Pa	
Pertes thermiques en veille – vent. circ. en marche voir comment. W		ESP (alimentation) 0,2 po col. d'eau 50 Pa	
Cotes de rendement, charge partielle de chauffage des locaux		Température air de reprise 21,6 °C	
Fact. de charge partielle (PLF)	Rendement net	Cons. moyenne d'électricité	Temp. de l'eau à l'entrée du serpent. 35,3 °C
@ PLF 1	93 (%)	440 W	Augmentation temp. de l'air 81,1 °C
@ PLF 0,4	97 (%)	315 W	Temp. de l'eau à l'entrée du serpent 81,1 °C
@ PLF 0,15	91 (%)	170 W	Débit d'eau 3,1 gal US/min 11,5 L/min
* mesurée lorsque le ventilateur est en marche		A	
Résultats de l'essai de chauffage concurrent des locaux et de l'eau		Capacité nominale (ECS) de première heure (OHR)	
Eau soutirée à 49 ± 3 °C avec ou sans appel de chaleur		OHR - sans appel de chauffage des locaux 1,140 L	
Débit		OHR - avec appel concurrent de chauffage des locaux 1,142 L	
(L/min)	Temp. pour atteindre la température (minutes)	Autres caractéristiques électri	
	Temp. tolérance de ± 3 °C (minutes)	Puissance en mode de veille (P(G)) 14 W	
3	1,0	Cons. quotidienne pour le chauffage de l'eau (E _{24,9,27}) 0,18 kWh	
15	0,4	Cons. annuelle pour le chauffage de l'eau (AE _{ann}) 66 kWh	
G		Description des principaux composants du combo	
Générateur de chaleur (HG), marque, modèle :		X-Emple CVCA, XA-HG-175	
Appareil de traitement d'air (AH), marque, modèle :		X-Emple CVCA, XA-AH-900L	
Moteur de vent. de circ., marque, modèle :		X-Emple CVCA, MTR-05, 1/2 HP, ECM	
Circulateur, marque, modèle et emplacement :		X-Emple, CIR-05, interne au générateur de chaleur	
Commandes supplémentaires		F Tuyauterie d'interconnexion (longueur, dia. nom., isolant) : 24 pi équivalents, 3/4 po PEX (nominal), isolant R4	
Moyen automatique d'ajustement de la temp. de l'eau pendant le chauffage des locaux (O/N) :		Moyen automatique d'ajustement de la temp. de l'eau pendant le chauffage des locaux (O/N) : X-Emple, ensemble « Contrôle Combo », XA-CC-100	
Tuyauterie d'interconnexion (longueur, dia. nom., isolant) :		Tuyauterie d'interconnexion (longueur, dia. nom., isolant) : 24 pi équivalents, 3/4 po PEX (nominal), isolant R4	
Autre :		Autre : Mitigeur thermostatique avec clapets antiretour, X-Emple XA-TMV-100, réglé à 120 °F (49 °C) pour ECS	
Commentaires de l'organism		Capteur de température extérieure - inclus dans l'ensemble « Contrôle Combo »	
Température du chauffe-eau réglé		Interrupteur d'écoulement d'ECS - inclus dans l'ensemble « Contrôle Combo »	
Température du chauffe-eau programmé		H	
Séquence d'exercice de pompe		Commentaires de l'organisme d'essai :	
Séquence d'exercice de pompe : 1 minute toutes les 24 heures		Température du chauffe-eau réglée à 120 °F (49 °C) pour les essais de chauffage d'ECS	
Temporisation de 10 secondes de mise en marche du ventilateur de circulation		Température du chauffe-eau programmée à 180 °F (82 °C) pour le chauffage des locaux (PLF=1)	
Temporisation de 30 secondes à l'arrêt du ventilateur de circulation		Séquence d'exercice de pompe ne déclenche pas le fonctionnement du brûleur	
Toutes les commandes réglées aux valeurs par défaut de l'usine.		Séquence d'exercice de pompe : 1 minute toutes les 24 heures	
Pas de réservoir d'accumulation - essai de perte thermique en mode de veille		Temporisation de 10 secondes de mise en marche du ventilateur de circulation	
Conversion : 249 gallons = 1 po d'eau 1 kW = 3 413 Btu/h		Temporisation de 30 secondes à l'arrêt du ventilateur de circulation	
		Toutes les commandes réglées aux valeurs par défaut de l'usine, sauf indication contraire	
		Pas de réservoir d'accumulation - essai de perte thermique en mode de veille non requis	

Tableau 3 : Exigences et cotes du système sélectionné

Facteurs selon P.9	Exigence de conception	Cotes du système sélectionné	NOTES AU CONCEPTEUR POUR CET EXEMPLE :
A. Capacité de chauffage d'eau	OHR \geq 1 021 L (avec une température d'eau à l'admission de 14,4 °C)	OHR de 1 140 L (avec une température d'eau à l'admission de 14,4 °C)	La capacité de chauffage rajustée pour le système sélectionné avec une température d'eau à l'admission de 10 °C est de 1 140/1,12 = 1 018 L/h soit 17 L/min, ce qui est supérieur à l'exigence de conception originale pour l'ECD, qui est de 15,2 L/min.
B. Capacité de chauffage des locaux	\geq 40 500 Btu/h (11,9 kW)	41 980 Btu/h (12,3 kW)	La puissance nominale du système sélectionné est proche de la capacité de chauffage des locaux requise, ce qui permettra de réduire à leur minimum les courts cycles marche-arrêt du système de chauffage des locaux ainsi que les coûts d'équipement.
C. Pression statique externe (PSE) totale	\geq 0,40 po de col. d'eau à 850 pi^3/min réel*	0,40 po de col. d'eau à 900 pi^3/min standard*	Le système combiné sélectionné peut respecter les exigences de conception pour le chauffage des locaux en utilisant le réseau de conduits qui a déjà été conçu pour la résidence.**
D. Facteur de rendement thermique (TPF)	\geq 0,93	0,95	Le système sélectionné répond aux exigences du constructeur en matière de TPF. Cela inclut l'obtention de points EOC pour le programme Energy Star.
E. Consommation annuelle d'électricité (AE)	Non prescrit	1 801 kWh/an	Le matériel choisi aidera à réduire la consommation d'électricité du système de CVCA puisque sa cote AE se situe dans la moitié la moins élevée parmi les systèmes de la courte liste.
F. Tuyauterie d'interconnexion	Non prescrit	25 pieds équivalents de tuyauterie PEX de 3/4 po de diamètre (nominal)	Le fabricant a fourni des spécifications relatives à la tuyauterie d'interconnexion utilisée dans les conditions d'essai de façon qu'elle soit reproduite lorsque le chauffe-eau et de l'appareil de traitement de l'air seront installés à proximité l'un de l'autre.

* Pour les conditions de calcul typiques des installations CVCA, les valeurs numériques des débits réel et normalisé en pi^3/min diffèrent peu l'un de l'autre, celle du débit réel étant légèrement supérieure à celle du débit normalisé pour les mêmes conditions de circulation d'air.

** Le concepteur aurait aussi pu estimer l'exigence de conception pour la PSE en se fondant son expérience antérieure de la conception des conduits, puis concevoir le réseau de conduits pour le système sélectionné en utilisant les données fournies par les sections B et C des Spécifications de fonctionnement selon P.9.

Fournir le constructeur avec documentation :

Le concepteur a fourni au constructeur des copies de son **tableau Exigences et cotes du système sélectionné**, du **schéma du système** et des **Sommaire du rendement selon P.9** fournis par le fabricant.



ÉTAPE 3 : ADAPTER LES COMPOSANTS, L'INSTALLATION ET LA MISE EN SERVICE DU SYSTÈME « TEL QU'IL EST INSTALLÉ » EN FONCTION DES RÉSULTATS DU SYSTÈME « TEL QUE MIS À L'ESSAI »

IMPORTANT : Pour que le système sélectionné ait un rendement « tel que mis à l'essai », **VOUS DEVEZ CONSULTER LES *Spécifications de fonctionnement selon P.9*** et le ***schéma de système*** fournis par le fabricant pour en tirer l'information requise à :

- l'achat,
- l'installation et la mise en service.

Repérer les principaux composants requis pour le système combiné sélectionné

Les **principaux composants** achetés pour l'installation sur le chantier devraient **correspondre exactement à ceux énumérés dans les *Spécifications de fonctionnement selon P.9* (section G de l'exemple, Figure 1)** même si l'achat de ces composants doit se faire auprès de différents fournisseurs. Le fait de ne pas utiliser exactement les mêmes composants peut affecter l'efficacité du système « tel qu'il est installé » et entraîner une capacité et un rendement de chauffage des locaux inférieurs à ceux indiqués dans les ***Spécifications de fonctionnement selon P.9***. **Cela pourrait faire que le système combiné ne puisse pas répondre aux charges de chauffage des locaux de la résidence.**

Figure 5 : Description de principaux composants de Combo.

G Description des principaux composants du combo	
Générateur de chaleur (HG), marque, modèle :	X-Exemple CVCA, XA-HG-175
Appareil de traitement d'air (AH), marque, modèle :	X-Exemple CVCA, XA-AH-900L
Moteur de vent. de circ., marque, modèle : puissance, type :	X-Exemple CVCA, MTR-05, 1/2 HP, ECM
Circulateur, marque, modèle et emplacement :	X-Exemple, CIR-05, interne au générateur de chaleur
Commandes supplémentaires externes à HG et AH :	Aucune
Moyen automatique d'ajustement de la temp. de l'eau pendant le chauffage des locaux (O/N) :	
Type, marque et numéro de modèle connexe :	X-Exemple, ensemble « Contrôle Combo », XA-CC-100
Tuyauterie d'interconnexion (longueur, dia. nom., isolant) :	24 pi équivalents, 3/4 po PEX (nominal), isolant R4
Autre :	Mitigeur thermostatique avec clapets antiretour, X-Exemple XA-TMV-100, réglé à 120 °F (49 °C) pour ECS Capteur de température extérieure - inclus dans l'ensemble « Contrôle Combo » Interrupteur d'écoulement d'ECS - inclus dans l'ensemble « Contrôle Combo »

Installation du système combiné

Consultez le **schéma de système** du système combiné sélectionné et les spécifications de la **tuyauterie d'interconnexion** en plus des instructions d'installation fournies par le fabricant de chaque composant.

Réglages et points de consigne des commandes

Lorsque des installateurs mettent en service le système combiné terminé de façon que les caractéristiques de rendement du système « tel qu'il est installé » correspondent aux caractéristiques du système « tel que mis à l'essai », les sections G (comme déjà montré), H, B et C du **Sommaire du rendement selon P.9** illustré à la figure 1 qui sera particulièrement utiles comprennent les suivantes :

Figure 6 : Commentaires de l'organisme d'essai (section H dans l'exemple de la figure 1);

H	Commentaires de l'organisme d'essai :
	Température du chauffe-eau réglée à 120 °F (49 °C) pour les essais de chauffage d'ECS
	Température du chauffe-eau programmée à 180 °F (82 °C) pour le chauffage des locaux (PLF=1)
	Séquence d'exercice de pompe ne déclenche pas le fonctionnement du brûleur
	Séquence d'exercice de pompe : 1 minute toutes les 24 heures
	Temporisation de 10 secondes de mise en marche du ventilateur de circulation
	Temporisation de 30 secondes à l'arrêt du ventilateur de circulation
	Toutes les commandes réglées aux valeurs par défaut de l'usine, sauf indication contraire
Pas de réservoir d'accumulation - essai de perte thermique en mode de veille non requis	

Figure 7 : Cotes de capacité maximale et information connexe (sections B et C dans l'exemple de la figure 1).

B	Chauffage des locaux (toutes les cotes ci-dessous sont à un PLF		
	Capacité	41,980 Btu/h	12.3 kW
C	Débit d'air	900 pi^3/min std de 1)	424 L/s
	SP (reprise)	0.2 <i>po col. d'eau</i>	50 Pa
	ESP (alimentation)	0.2 <i>po col. d'eau</i>	50 Pa
	Température air de reprise		21.6 °C
	Augmentation temp. de l'air		35.3 °C
	Temp. de l'eau à l'entrée du serpentin		81.1 °C
	Débit d'eau	3.1 <i>gal US/min</i>	11.5 L/min

ANNEXE

Terminologie et abréviations

°C	Degré Celsius
AE	Consommation annuelle d'électricité
EOC	Ensemble d'options du constructeur
Btu/h	British thermal units à l'heure
Combo	Système combiné
CSA	Association canadienne de normalisation
ECD	Eau chaude domestique
ESMN	Energy Star pour les maisons neuves
h	Heure
HRAI	Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération
kW	Kilowatt
L	Litre
L/min	Litre à la minute
LEEP	Partenariats locaux en matière d'efficacité énergétique
OHR	Capacité nominale de première heure
P.9	Norme CSA P.9-11 : Méthode d'essai pour déterminer le rendement des systèmes combinés de chauffage des locaux et de l'eau (combos)
pi³/min normalisé	Débit normalisé en pieds cubes à la minute
pi³/min réel	Débit réel en pieds cubes à la minute
PSE	Pression statique externe
TPF	Facteur de rendement thermique
USGPM	Gallons américains à la minute