

**ThermExcel**

# Présentation du programme PdcAirComprimé

**Dimensionnement réseaux d'air comprimé**

Jean Yves MESSE – THERMEXCEL

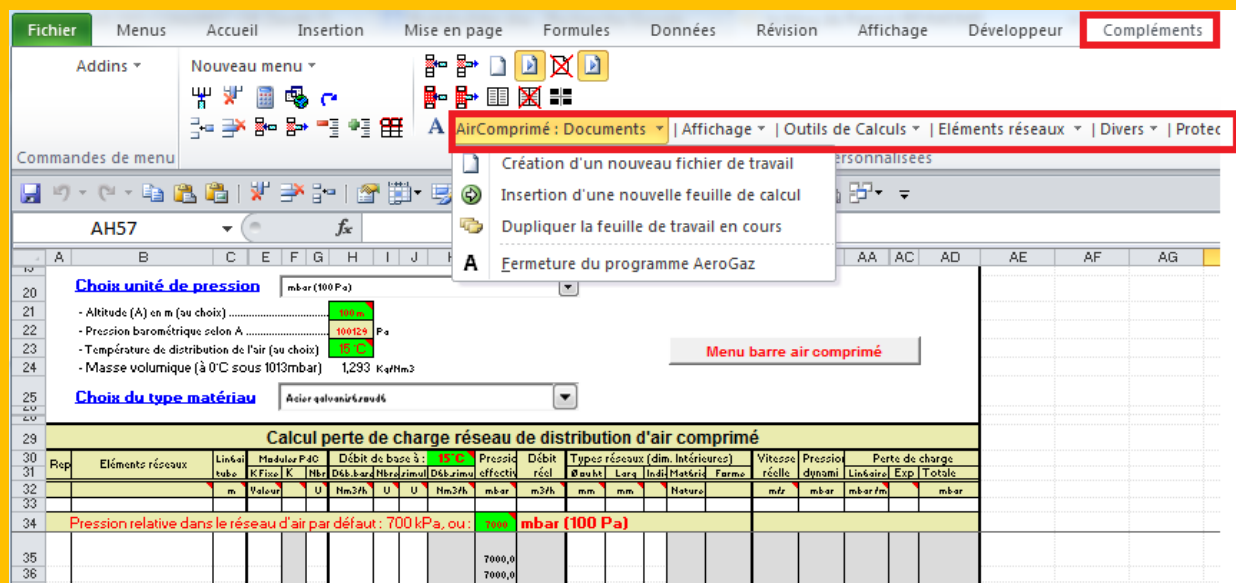
Copyright © 2004 - 2013 – ThermExcel - All Rights Reserved

## Intégration de la barre d'outils personnalisée du programme de calcul

Le programme PdcAirComprimé est pourvu d'une barre de commande personnalisée donnant accès aux différentes fonctions, macro-commandes, etc. qui s'ajoutent dans l'environnement de Microsoft Excel.

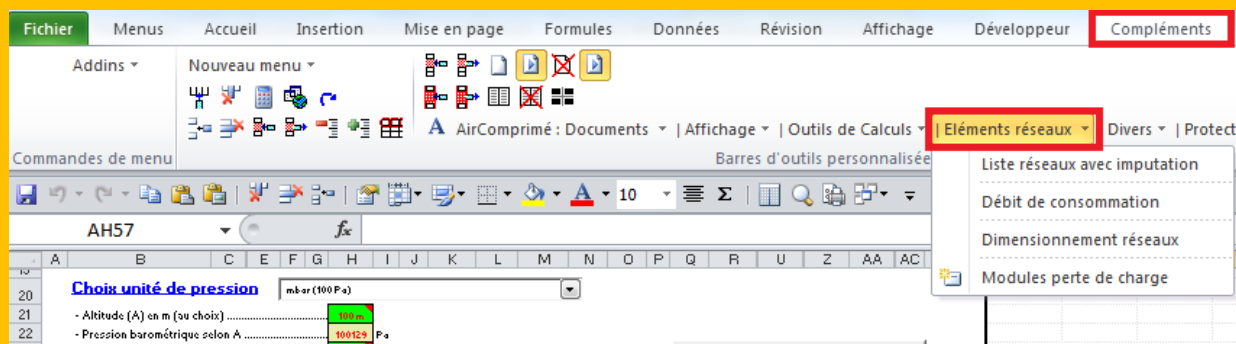
Sur Excel 2007 / 2010, la barre de commande est accessible en cliquant sur l'onglet « **Compléments** » qui est disponible après avoir chargé le programme de calcul et en activant les macros. Sur les versions Excel antérieures à 2007, la barre de commande personnalisée s'intègre automatiquement lors de l'ouverture du programme.

Dans le cas présent, la barre d'outils personnalisée du programme PdcAirComprimé de ThermExcel s'est rajoutée. (Ceci est valable également pour les autres programmes)



Sur cette barre d'outils personnalisée on peut accéder à différentes fonctions du programme. On va en premier lieu cliquer sur « **AirComprimé : Documents** » ou va s'afficher un menu déroulant et en cliquant sur « **Création d'un fichier de travail** » on va créer un document de travail qu'on pourra ensuite sauvegarder.

Les fichiers de travail sont créés séparément permettant d'alléger le stockage des données.



Toujours sur cette barre d'outils personnalisée on peut accéder à d'autres différentes fonctions du programme comme par exemple sur « **Eléments réseaux** » et bien d'autres encore.

Comme un module d'intégration d'éléments de perte de charge singulière

Liste des éléments de perte de charge singulières

Positionnez-vous au préalable dans la colonne "Désignation éléments" du tableau de calcul.  
 Cliquez avec la souris sur la ligne souhaitée, les éléments seront imputés directement dans le tableau de calcul.  
 Avec l'utilisation du facteur de friction, le coefficient K sera déterminé automatiquement en fonction du diamètre nominal

**Sélection élément de perte de charge particulière**

Désignation	KL / (4.ft)	K
<b>Élément réseaux</b>		
- Réseau de distribution		
- Réseau d'alimentation chauffage		
<b>Robinetterie d'isolement (entièrement ouverte)</b>		
- Robinet vanne	8	
- Robinet soupape	340	
- Robinet soupape, angle 45°	55	
- Robinet soupape, angle 90°	150	
- Vanne papillon (2" to 8")	45	
- Robinet boisseau - d1/d2 -1	3	
- Robinet boisseau - d1/d2 = 0.8	7	
- Robinet boisseau - d1/d2 = 0.7	12	
- Robinet boisseau - d1/d2 = 0.6	23	

Comme un module d'information sur les débits de consommation de certains équipements

Informations débits de consommation équipements d'air comprimé

DÉSIGNATION	Débit m3/h	Pression bar	Simultanéité
- Clés à choc, boulon Ø 40mm	72	4,8 à 6,2	0,1 à 0,3
- Brise béton 14 à 15kg	51	4,8 à 6,2	0,5 à 0,8
- Brise béton 28kg	57	4,8 à 6,2	0,5 à 0,8
- Dérouleur à aiguilles	24	4,8 à 6,2	0,5 à 0,8
- Grignoteuse	24	4,8 à 6,2	0,5 à 0,6
- Marteaux burineurs de 1,3kg	18	4,8 à 6,2	0,2 à 0,3
- Marteaux burineurs de 2,3kg	20	4,8 à 6,2	0,2 à 0,3
- Marteau piqueurs de 7kg	34	4,8 à 6,2	0,5 à 0,8
- Marteau piqueurs de 13,5kg	51	4,8 à 6,2	0,5 à 0,8
- Meuleuse pneumatique Ø100mm	40	5 à 7	0,4 à 0,5
- Meuleuse pneumatique Ø150mm	60	5 à 7	0,4 à 0,5
- Meuleuse pneumatique Ø180mm	80	5 à 7	0,4 à 0,5
- Meuleuse pneumatique Ø235mm	168	5 à 7	0,4 à 0,5

Ces valeurs ne sont données qu'à titre indicatif. Vous devez si possible consulter les fabricants concernant les outillages pour connaître les consommations de débit d'air. Les coefficients de simultanéité varient selon les cas

OK

©2001- 2003 Jean Yves MESSE

## CALCUL ET DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'AIR COMPRI ME

### DEBIT D'AIR

Il est d'usage de comptabiliser les débits d'air en Normal mètre cube par heure  $m^3(n)$  anciennement noté  $Nm^3/h$ .

1  $m^3(n)$  est le débit volumique de 1  $m^3$  d'air sous une température de  $0^\circ C$  et sous une pression atmosphérique de 10130 pascals. La masse volumique dans ces conditions est de  $1,293 \text{ kg}/m^3$ .

On trouve aussi la notion d'air libre qui correspond au volume d'air pris sous une pression de 1 bar absolu et sous une température de  $20^\circ C$ . La masse volumique dans ces conditions est de  $1,20 \text{ kg}/m^3$ .

### DIMENSIONNEMENT RÉSEAUX DE DISTRIBUTION D'AIR

Un compresseur ne devrait pas si possible fonctionner plus de 75% du temps de travail (ex. 45 minutes sur 60 minutes).

Il est recommandé de surdimensionner le réseau. Ceci augmente le coût de d'installation mais les réductions de chutes de pression dans le réseau réduiront le coût de fonctionnement de l'installation.

Dans la pratique on admet dans les tuyauteries d'air comprimé des vitesses de l'ordre de 5 à 20 m/s. Une vitesse d'air limitée à 7 m/s dans les installations courantes est raisonnable et permet ainsi de réduire les consommations d'énergie.

La chute de pression ne devrait pas si possible excéder 0,2 bar. Une autre méthode couramment utilisée dans la pratique est de se limiter à une chute de pression de 5% (10% tout au plus)

Exemple de calcul avec le programme **PdcAirComprimé**

<b>Choix unité de pression</b>		mbar (100 Pa)																	
- Altitude (A) en m.....	100 m	- Pression barométrique selon A	100129 Pa																
- Température de distribution de l'air	10 °C	- Masse volumique (à 0°C sous 1013mbar)	1,293 Kg/m³																
<b>Choix du type matériau</b>		Acier galvanisé znc																	
<b>Choix simultanité</b>		Coeff. N°3 - Débit base * Nbre * 0,8 / (x-1) * 0,5 * 1,5																	
<b>Calcul perte de charge réseau de distribution d'air comprimé</b>																			
Rep	Eléments réseaux	Linéai tube	Modular P4C	Débit de base à : 10 °C		Pressio effectif	Débit réel	Types réseaux (dim. Intérieures)			Vitesse réelle	Pressio dynami	Perte de charge						
		m	Valour	U	Nm³/h	U	Valou Nm³/h	mbar	m³/h	Øaukt	Larg	Indi	Matérid	Farne	m/s	mbar	mbar/m	Exp	Totale
				Pression relative dans le réseau d'air par défaut : 700 kPa, ou : <b>700 mbar (100 Pa)</b>															
	Perceuse & taraudeuse				38	3	0,85	96,73	6978,4										
	Visseuse				32	7	0,49	109,7	6978,4										
	Scie circulaire				28	5	0,6	84	6978,4										
	- Réseau distribution	32			451,2	1		451,2	6978,4	57,3	53		Acier q	Circulair	7,21	2,51	1,26	1,00	40,43
	- Coude standard 90°		0,6	2	451,2	1		451,2	6937,9	57,6	53		Acier q	Circulair	7,25	2,52			3,05
	- Coude standard 45°		0,3	4	451,2	1		451,2	6934,9	57,6	53		Acier q	Circulair	7,25	2,53			3,26
	- Réduction - d2/d1 = 0,75		0,16	0,2	1	451,2	1	451,2	6931,6	57,6	53		Acier q	Circulair	7,26	2,53			0,40
5	<b>Réseau secondaire aile gauche</b>							6931,2											
	Pistolet peinture				12	3	0,85	30,55	6931,2										
	Meuleuse				45	2	1	90	6931,2										
	Perceuse & taraudeuse				38	2	1	76	6931,2										
	Visseuse				32	3	0,85	81,46	6931,2										
	Scie circulaire				28	2	1	56	6931,2										
	- Réseau distribution	12			334	1		334	6931,2	42,7	42,5		Acier q	Circulair	8,35	3,35	2,22	1,00	26,72
	- Coude standard 90°		0,6	2	334	1		334	6904,5	42,8	42,5		Acier q	Circulair	8,38	3,36			4,26
	- Coude standard 45°		0,3	4	334	1		334	6900,3	42,8	42,5		Acier q	Circulair	8,39	3,36			4,54
	- Réduction - d2/d1 = 0,75		0,16	0,2	1	334	1	334	6895,7	42,9	42,5		Acier q	Circulair	8,39	3,36			0,54
6	<b>Descente</b>							6895,2											
	Pistolet peinture				12	1	1	12	6895,2										
	Meuleuse				45	1	1	45	6895,2										
	Perceuse & taraudeuse				38	1	1	38	6895,2										
	Visseuse				32	1	1	32	6895,2										
	Scie circulaire				28	1	1	28	6895,2										
	- Réseau distribution	5			155	1		155	6895,2	19,9	35,9		Acier q	Circulair	5,46	1,42	1,19	1,00	5,95
	- Coude standard 90°		0,7	2	155	1		155	6889,2	19,9	35,9		Acier q	Circulair	5,46	1,42			1,87
	- Coude standard 45°		0,4	4	155	1		155	6887,3	19,9	35,9		Acier q	Circulair	5,46	1,42			1,99
	- Robinet vanne		0,2	1	155	1		155	6885,4	19,9	35,9		Acier q	Circulair	5,46	1,42			0,25
								6885,1											
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar : ---&gt;</b>																	365,65		
Coefficients majoration de sécurité (assemblages mal réalisés, etc.) <b>5%</b> --->																	18,28		
<b>Désignation</b>																	<b>Quant</b>	<b>Pdc / U</b>	
- Déshydrateur																		---	
- Réservoir tampon																	1	25mb --->	25,00
- Filtre																	1	20mb --->	20,00
- Divers																		---	
- Divers																		---	
<b>Total perte de charge du réseau gaz : 42,89 kPa ou en mbar : ---&gt;</b>																	428,93		
<b>Perte de charge admise en général à 5% sur le réseau de distribution gaz, soit en mbar</b>																	350,00		

Les pertes de pressions des circuits sont en fonction des pressions nécessaires (pression effective Pe en bars), avec valeurs considérées économiques :

- $1 < Pe < 5 \text{ bar} = 2 \text{ à } 5 \% \text{ de } Pe$
- $5 < Pe < 10 \text{ bar} = 5 \text{ à } 10 \% \text{ de } Pe$
- $10 < Pe < 20 \text{ bar} = 10 \text{ à } 20 \% \text{ de } Pe$

Les pertes de pression par m sont en fonction des longueurs de circuit (L en mètres) :

- $100 \text{ m} < L < 1000 \text{ m} = 0,5 \text{ à } 1 \text{ mbar/m}$
- $1000 \text{ m} < L < 2000 \text{ m} = 0,1 \text{ à } 0,5 \text{ mbar/m}$

## MISE EN OEUVRE DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'AIR

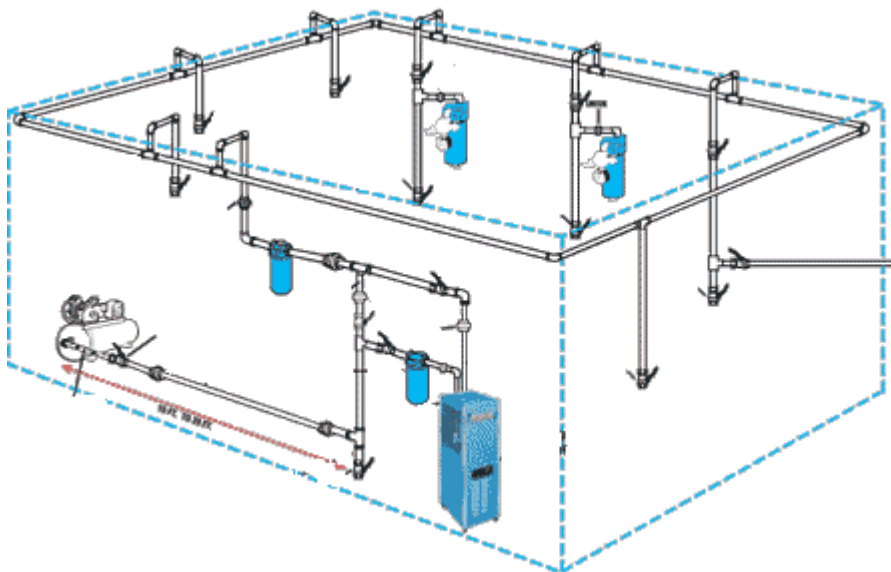
Pour assurer un débit d'air suffisant dans ce type de réseau, il est préférable de placer les équipements et outils nécessitant une plus forte consommation d'air le plus près du compresseur. Ainsi, l'outil nécessitant le débit d'air le plus important sera situé près du compresseur et l'outil au débit restreint ou occasionnel, le plus loin du compresseur.

Le réseau en boucle fermée permet l'approvisionnement stable en air comprimé à un poste de travail ou à un équipement pneumatique par plusieurs chemins à la fois.

Une conduite d'air comprimé s'installe toujours en hauteur, non seulement pour des raisons d'encombrement, mais surtout pour éviter l'engorgement des tuyaux par de l'eau de condensation.

Les dérivations en partance de la boucle ou de la canalisation principale doivent d'abord partir vers le haut, puis descendre. L'eau de condensation reste ainsi dans la boucle et sera évacuée par les purgeurs.

Le circuit doit présenter une légère pente (1 à 2%, 7 mm/m minimum) dans le sens d'écoulement de l'air pour permettre l'écoulement de l'eau de condensation



Utilisez de préférence des canalisations en acier carbone, acier galvanisé, cuivre, acier inoxydable ou l'aluminium anodisé.

N'utilisez pas si possible le PVC. Le PVC est facile à mettre en œuvre, mais ne permet pas à l'air chaud de se refroidir assez rapidement pour permettre la condensation d'eau dans l'air comprimé. En outre, en cas de défaillance du régulateur de pression du compresseur, si la pression à l'intérieur de la canalisation devait aller au-dessus de la pression admissible, le réseau en PVC ne va pas simplement se fendre, mais éclater réellement, produisant des projectiles qui pourront endommager les lieux et blesser les personnes

Prévoir à intervalles réguliers des robinets de fermeture pour pouvoir isoler une partie du circuit (travaux d'extension, réparations).

Évitez d'installer des prises d'air multiple sur la même descente de réseau. Utilisez de préférence une descente de réseau d'air pour chaque utilisateur.

Prévoir des purgeurs au(x) point(s) bas.

Évitez les raccords et coudes non indispensables, ils provoquent des pertes de débit et de pression

Prévoir les éléments de traitement d'air le plus près possible des utilisateurs (détendeurs, filtres, huileurs)

A l'extrémité de partie droite et à chaque point bas, on placera un point de purge (piquage avec purgeur automatique)

Si au droit d'une purge, l'air comprimé circule à une vitesse supérieure à 10m/s, une bouteille de purge sera confectionnée avec vidange par le bas.

Les purges peuvent être manuelles ou automatique.

## **VOLUME TAMPON**

Le réservoir d'air est installé directement en aval des compresseurs pour recevoir l'air comprimé produit, amortissant de ce fait les fluctuations sur le débit d'air. La plupart du temps il est également destiné pour servir de réservoir tampon sur le réseau d'air primaire, et aidant de ce fait à refroidir l'air comprimé et à la séparation des condensats avant qu'il soit distribué en aval. Dans les groupes importants de production d'air comprimé un aftercoller incorporant un séparateur d'humidité sera installé entre le compresseur et le réservoir tampon de sorte qu'une grande partie des condensats soient éliminés avant que l'air entre dans le réservoir. La taille du réservoir est établie par le débit de l'air comprimé consommé et de la production d'air par le compresseur.

Le réservoir de stockage d'air tend à isoler le compresseur des cycles courts dus aux peaks de demande, et dans le cas des compresseurs à pistons, amorti les fluctuations sur la distribution d'air provoquées par des débits de décharge des cylindres du compresseur d'air sur le réseau.

Le raccordement du réservoir au compresseur doit être réalisé par des canalisations flexibles ou munis d'antivibratoires efficaces.

Les réservoirs d'air devraient être installés à l'extérieur (de préférence dans les zones non ensoleillées). Ceci contribue à un meilleur refroidissement de l'air comprimé et donc à une meilleure séparation des condensateurs, tout en évitant la surchauffe d'un espace fermés qui pourrait être trop petit. Une bonne ventilation doit être fournie si le réservoir est installé à l'intérieur du bâtiment.

Plus vous consommez de l'air comprimé sur un court laps de temps, plus vous avez intérêt à choisir un réservoir de plus grande contenance qui servira de tampon pour éviter un nombre élevé de démarrages (le nombre de démarrages maximum est de 4 à 20 fois par heure selon la puissance moteur. Si ce nombre est plus important vous devez envisager un plus grand réservoir, ou un compresseur de plus forte puissance).

La relation suivante permet de calculer ce volume :  
 $V \text{ (volume du ballon)} = (Q_r \times T_O) / \Delta P$

En première approximation, l'évaluation du volume du réservoir (V) en mètre cube est égale au débit nominal du compresseur (Qn) en m3/minute. (V en m3 = Qn en m3/mn)

Les fabricants respectent généralement les règles suivantes :

- réservoir de 200 à 300 l pour les compresseurs de 2 à 4 ch
- réservoir de 400 à 500 l pour les compresseurs de 5,5 à 12 ch

Plus la différence de pression entre l'enclenchement et l'arrêt du compresseur d'air est grande et plus le volume du réservoir est petit.

Calcul du volume de stockage d'air

Unités de pression : Bar (100000 Pa)

- Température de l'air ..... 30 °C

- Débit d'air à 0°C, 1013 mb ..... 200 Nm3/h

- Pression de fonctionnement du groupe 7 Bar

- Chute pression Arrêt/Démarrage groupe 1 Bar

- Nombre de démarrages par heure 10 6,0mn/action

- Volume d'air consommé à l'air libre 20,00 Nm3

- Volume tampon d'air de stockage d'air 2,806 m3

Attention aux décimales.  
Virgule en Français et point en Anglais  
(voir configuration windows en paramètres régionaux)

Valider OK

©2001-2003 Jean Yves MESSE.

Nombre de démarrages maximum généralement acceptés :

- Moteur < 7,5 kW - 15 coupures tout au plus par heure
- Moteur < 30 kW - 10 coupures tout au plus par heure
- Moteur < 110 kW - 8 coupures tout au plus par heure
- Moteur < 250 kW - 4 coupures tout au plus par heure

Si le produit : Volume réservoir (en litres) \* Pression (en bar) est > ou = à 80, le réservoir doit être soumis au Service des Mines (arrêté du 24.03.1978 modifié)



## PRESSION D'UTILISATION

Dans la plupart des applications industrielles, la pression nécessaire pour alimenter les différents équipements pneumatiques se situe aux environs de 100 psi (6,9 bars ou 690 kPa).

- Pour les machines pneumatiques (perceuses, ponceuse, etc.)
- Pour les circuits de mesure et de régulation
- Pour le transport pneumatique
- Pour les commandes pneumatiques en régulation

Augmenter la pression de 1,4 bar au compresseur coûte 10% plus cher en coût de fonctionnement

Une réduction de 0,14 bar d'un système d'air comprimé à 7 bar économise de 1% en consommation d'énergie du compresseur.

### Régulateur de pression

Les régulateurs de pression est d'abaisser et de maintenir une valeur constante indépendamment de la pression du réseau et du débit d'air.

C'est le cas des meuleuse dont la charge peut varier mais dont la vitesse doit rester à peu près constante, cela peut être également le cas des presses de maintien dont la force appliquée à l'objet maintenu doit être constante.

## CONSOMMATION D'AIR

Vous devez totaliser la consommation des outils alimentés en air comprimé et qui doivent fonctionner en même temps.

DÉSIGNATION	m3/h	bar	
- Marteau piqueurs de 7kg	34	4,8 à 6,2	0,5 à 0,8
- Marteau piqueurs de 13,5kg	51	4,8 à 6,2	0,5 à 0,8
- Meuleuse pneumatique Ø100mm	40	5 à 7	0,4 à 0,5
- Meuleuse pneumatique Ø150mm	60	5 à 7	0,4 à 0,5
- Meuleuse pneumatique Ø180mm	80	5 à 7	0,4 à 0,5
- Meuleuse pneumatique Ø235mm	168	5 à 7	0,4 à 0,5
- Perceuses et taraudeuses 6 à 8mm	32	5 à 7	0,4 à 0,6
- Perceuses et taraudeuses 8 à 10mm	35	5 à 7	0,4 à 0,6
- Perceuses et taraudeuses 10 à 13mm	40	5 à 7	0,4 à 0,6
- Perceuses et taraudeuses 18mm	45	5 à 7	0,3 à 0,7
- Perceuses et taraudeuses 22mm	66	5 à 7	0,3 à 0,7
- Perceuses et taraudeuses 32mm	114	5 à 7	0,3 à 0,7
- Pistolet de peinture	6 à 25	1,5 à 4	0,6 à 0,9

Ces valeurs ne sont données qu'à titre indicatif. Vous devez si possible consulter les fabricants concernant les outillages pour connaître les consommations de débit d'air. Les coefficients de simultanéité varient selon les cas

OK

©2001- 2003 Jean Yves MESSE

### Débits instantanés

Le coefficient de simultanéité est facultatif. Il permet par exemple dans le cas ou plusieurs appareils sont à alimenter on peut considérer que tous ces appareils ne fonctionnent pas obligatoirement en même temps.

Le programme dispose d'un menu déroulant permettant de sélectionner un coefficient de simultanéité le cas échéant :

- Coefficient standard =  $2 + ((x - 2) * 0,5)$
- Coefficient N°1 =  $y * 2$
- Coefficient N°2 =  $y * 1,5$

$$y = \frac{0,8}{\sqrt{x - 1}}$$

- y = Coefficient de simultanéité à appliquer sur le débit de base.
- x = Nombre d'appareils installés.

En outre le programme permet l'adoption de différentes combinaisons possibles :

- (imputation du cumul débit de base) \* (coefficient de simultanéité)
- (Imputation du débit unitaire de base) \* (nombre d'appareils)
- (Imputation du débit unitaire de base) \* (nombre d'appareils) \* (coefficient de simultanéité)

Débits de base généralement adoptés :

DÉSIGNATION	Consom mation	Pression utilisation	coefficient utilisation
	m3/h.	bar	
Cisailles	24		0,1 à 0,8
Clés à choc, boulon Ø 6mm	17		0,1 à 0,6
Clés à choc, boulon Ø 12mm	24		0,1 à 0,6
Clés à choc, boulon Ø 16mm	27		0,1 à 0,6
Clés à choc, boulon Ø 20mm	45		0,1 à 0,6
Clés à choc, boulon Ø 33mm	66		0,1 à 0,3
Clés à choc, boulon Ø 40mm	72		0,1 à 0,3
Brise béton 14 à 15kg	51		0,5 à 0,8
Brise béton 28kg	57		0,5 à 0,8
Dérouleur à aiguilles	24		0,5 à 0,8
Grignoteuse	24		0,5 à 0,6
Marteaux burineurs de 1,3kg	18	6	0,2 à 0,3
Marteaux burineurs de 2,3kg	20	6	0,2 à 0,3
Marteau piqueurs de 7kg	34	6	0,5 à 0,8
Marteau piqueurs de 13,5kg	51	6	0,5 à 0,8
Meuleuse pneumatique Ø100mm	40	7	0,4 à 0,5
Meuleuse pneumatique Ø150mm	60	7	0,4 à 0,5
Meuleuse pneumatique Ø180mm	80	7	0,4 à 0,5
Meuleuse pneumatique Ø235mm	168	7	0,4 à 0,5
Perceuses et taraudeuses 6 à 8mm	32		0,4 à 0,6
Perceuses et taraudeuses 8 à 10mm	35		0,4 à 0,6
Perceuses et taraudeuses 10 à 13mm	40		0,4 à 0,6
Perceuses et taraudeuses 18mm	45		0,3 à 0,7
Perceuses et taraudeuses 22mm	66		0,3 à 0,7
Perceuses et taraudeuses 32mm	114		0,3 à 0,7

Pistolet de peinture	6 à 25	1,5 à 4	0,6 à 0,9
Pistolet à vernis	9	1,5 à 3	0,6 à 0,9
Ponceuse pour meule Ø127mm	36		0,4 à 0,5
Ponceuse pour meule Ø180mm	60		0,4 à 0,5
Ponceuse orbitale à disque	21		0,8 à 0,9
Ponceuse orbitale à patin	21		0,8 à 0,9
Soufflettes (buse Ø2)	10	6	0,1 à 0,2
Visseuses 6mm	23	5	0,1 à 0,6
Visseuses 8mm	32	5	0,1 à 0,6
Visseuses 10mm	35	5	0,1 à 0,6
- Aérographe	2	3	
- boulonneuse	14	6	
- Chalumeau à gaz	2 à 6	3	
- Clé à choc	29	6	
- Lance de lavage air/eau	14 à 24	5	
- marteau riveur Ø6 à 18	40	6	
- Meuleuse Ø150	50	7	
- Meuleuse Ø50	30	7	
- Palan 500 daN	140	9	
- Pistolet à peinture	14	4	
- Pistolet à vernis	9	3	
- Ponçeuse à disque Ø175	48	7	
- Robinet de laboratoire	8	6	
- Sablage	35	6	
- Soufflette	10	6	
- Visseuse	25	5	

## COMPRESSEURS

Il y a généralement 3 types de compresseurs qui sont proposés sur le marché :

- Les compresseurs à piston (plage de débits 10 à 500 m<sup>3</sup>(n)/h, prix d'achat modéré, technologie fiable - bruyant, vibrations, couple démarrage élevé)
- Les compresseurs à palettes (plage de débits 200 à 700 m<sup>3</sup>(n)/h, prix élevé - rendement élevé > 90%, bas niveau sonore, peu de vibrations)
- Les compresseurs à vis (plage 100 à 100 m<sup>3</sup>/h, prix élevé, sifflement parfois gênant - pression et rendement élevé, bas niveau sonore, peu de vibrations, hautes pressions de sortie)

L'air aspiré doit être aussi froid que possible, pour obtenir un rendement maximum de la machine. L'air doit être capté à l'extérieur du local contenant le compresseur.

Pour chaque écart de 5,5°C de changement de température sur l'amenée d'air affecte l'efficacité au de 1%. Plus la température est faible et plus l'efficacité est élevée, un écart différentiel de température de 11°C entre l'intérieur et l'extérieur va accroître de 2% l'efficacité du compresseur.

La chaleur dégagée par un compresseur est importante, et le local dans lequel il est installé doit être correctement ventilé.

Des bouches d'aération (au moins deux), aussi éloignées que possible l'une de l'autre, en partie basse pour l'entrée et en partie haute pour la sortie, doivent être prévues.

Pour maintenir au maximum une élévation de 5,5 °C de la température ambiante dans le local où est installé le compresseur, pour chaque tranche de 10 CV (CV = 736 W) de la capacité du compresseur, vous devez extraire 1500 m<sup>3</sup>/h.

Employez si nécessaire des échangeurs de chaleur pour refroidir l'entrée d'air au compresseur (Installations industrielles)

Le taux de compression est exprimé par la pression de distribution d'air. Les compresseurs devraient être installés dans une salle séparée. Un soin spécial est exigé pour s'assurer que les compresseurs puisent l'air dans les zones non ensoleillées, mais il faut avant tout s'assurer que l'air est sec et sans poussière.

Utiliser l'air comprimé comme source d'énergie est neuf fois plus chère que l'usage de l'électricité.

## RECUPERATION D'ENERGIE

Les compresseurs dégagent beaucoup de chaleur, Cette énergie calorifique peut être employée efficacement dans des installations telles que le chauffage ou les systèmes de ventilation.

Quand l'air est comprimé, il se réchauffe et l'énergie dans cette chaleur est perdue. Dans le processus compression / refroidissement, les ratios sont en général :

1 bar absolu ---> travail 0 KJ/kg d'air  
 2 bar absolu ---> travail 16,3 KJ/kg d'air  
 5 bar absolu ---> travail 68,3 KJ/kg d'air  
 10 bar absolu ---> travail 118,4 KJ/kg d'air  
 20 bar absolu ---> travail 172,7 KJ/kg d'air  
 50 bar absolu ---> travail 247,5 KJ/kg d'air

La consommation énergétique d'un compresseur dépend de la pression de refoulement ainsi que du rendement de la machine.

Le tableau ci-dessous donne une évaluation de la consommation énergétique des compresseurs commerciaux exprimée en kWh/Nm<sup>3</sup> avec pression au refoulement en bar effectif

Type de compresseur	7 bar	10 bar	13 bar
- à piston sec	0,17		0,2
- à spirales non lub	0,15	0,25	
- à vis	0,11	0,13	0,16
- lobes	0,13		

Il existe de nombreux procédés pour que cette chaleur perdue soit utilisée dans des processus industriels. On peut considérer que 80% à 95% de l'énergie fournie au compresseur est récupérable sous forme de chaleur.

Dans le cas d'un refroidissement par eau, celle-ci peut atteindre une température de 95°C. L'eau est refroidie au travers d'une tour atmosphérique.

Cette chaleur disponible peut être utilisée pour compléter le chauffage des locaux ou pour le préchauffage de la production d'eau chaude.

La récupération de chaleur par air implique simplement l'utilisation de réseaux de gaines permettant de détourner le rejet d'air directement vers les espaces des locaux à chauffer et dans le cas contraire à le renvoyer vers l'extérieur quand le chauffage n'est pas nécessaire.

Dans le cas de groupe refroidi par l'eau, la récupération de la chaleur est moins pertinente et plus coûteuse mais devrait être évaluée pour des compresseurs de plus de 125 CV.

Avec le programme de calcul **PdcAirComprimé**, il y a un module de calcul complémentaire qui vous permet à partir d'une pression réseau à créer et du débit, d'estimer la puissance motorisée du groupe de surpression par calcul effectué sur la transformation adiabatique (travail effectué par compression sur le gaz)

Unités de pression	
Pression relative d'alimentation gaz à créer	7 Bar
Débit gaz à 0°C, 1013 mb .....	100 Nm3/h
Rendement groupe compression air	70 %
Rendement transmission, marge sécurité	90 %
<b>Résultats des éléments de base</b>	
Transformation adiabatique air .....	5,982 kWh
Rendement groupe & transmission	63,00 %
Energie absorbée (énergie à évacuer)	9,494 kWh
Consommation énergie électrique	13,08 kWh
<b>Résultats des éléments électriques</b>	
Puissance nominale moteur (normalisée)	11,00 kw
Rendement moyen du moteur .....	86,28 %
Puissance nominale active absorbée ..	12,750 kw
Facteur de puissance (Cos) .....	84,18 %
Puissance électrique nominale apparente	15,15 kVA
Courant nominal	230V / 21,87 A / Tri 400V
	Moteur < 0.75 kw / Moteur > 0.5 kw

Attention aux décimales.  
 Virgule en Français et point en Anglais (voir configuration windows en paramètres régionaux)

©2001-2003 Jean Yves MESSE.

Par exemple pour un débit d'air sec de 100 m<sup>3</sup>(n)/h avec la mise en pression à 7 bar relatif, l'énergie utile absorbée sera de 9,494 kWh.

C'est cette énergie qui sera à évacuer en considérant que le groupe de surpression fonctionnera à pleine puissance pendant 1 heure. Une partie de cette énergie sera évacuée par les condensats, une autre partie par le réseau de distribution d'air comprimé et environ 70 à 85% de la partie restante à évacuer du local.

La consommation réelle d'énergie électrique sera de 13,08 kWh. C'est cette valeur qui sera utilisée si l'on veut effectuer un bilan annuel de consommation d'énergie électrique.

Cela est bien entendu qu'une évaluation (les rendements des groupes de surpression d'air varient selon les fabricants), mais ces données seront très utiles lors d'un avant projet ou d'une estimation de prix notamment sur le coût de l'installation électrique et de l'équipement de l'évacuation de chaleur (installation de ventilation ou de climatisation)

## COMPRESSEURS

Un mètre cube d'air comprimé est seulement capable de tenir la même quantité de vapeur d'eau qu'un mètre cube d'air à la pression atmosphérique

L'air atmosphérique pris par le compresseur contient toujours une proportion d'humidité sous forme de vapeur d'eau. Plus la température de l'air est élevée et plus la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air peut être élevée. Si le point de saturation est de 100% en HR, l'humidité se transforme sous forme de gouttelettes.

## FILTRATIONS

Les filtrations généralement rencontrées, sont :

- Les filtrations normales = 10 à 1000  $\mu$
- Les micros filtrations = 0,

3 à 10  $\mu$  (filtre MICROCOSPIQUE)

- Les ultrafiltrations - 0,001 à 0,3 $\mu$  (filtre SUBMICRONIQUE)

1/ -Particules solides atmosphériques Les filtres d'aspiration des compresseurs sont généralement conçus pour retenir des particules allant jusqu'à 5 $\mu$

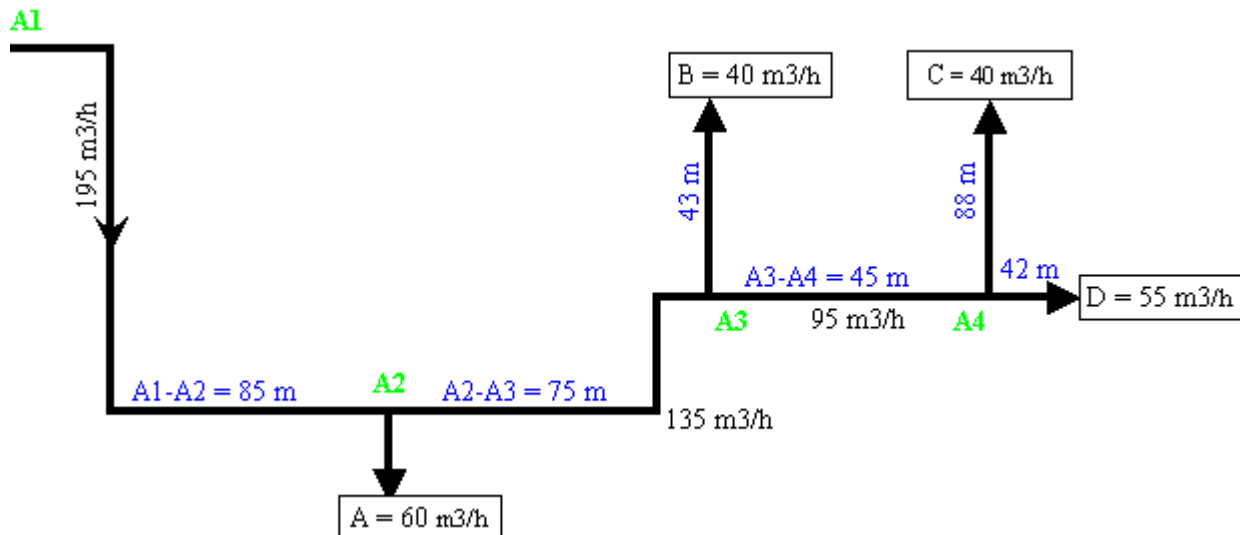
2/ -Les aérosols liquides pouvant être constitués d'hydrocarbures, brouillards d'acide avec une taille allant jusqu'à 0,1  $\mu$

3/ - Les aérosols d'huile et vapeurs d'huile : 90% sont composés d'aérosols de taille comprise entre 0,01 et 0,8 $\mu$

4/ - Les bactéries : concerne l'air alimentaire, leur taille est comprise entre 0,3 et 10 $\mu$

5/ - Vapeur d'eau et eau de condensation

### Exemple de calcul d'un réseau d'air comprimé



Le calcul s'effectue en fonction du circuit le plus défavorable en considérant que la perte de charge soit relativement homogène sur l'ensemble du réseau de distribution.

Dans le cas présent 2 possibilités existent

- 1° - Réseau principal de  $A1 + A2 + A3 + A4 + D$
- 2° - Réseau principal de  $A1 + A2 + A3 + A4 + C$

Nous prendrons le cas N°2 qui semble être le plus défavorable.

L'installation assure la distribution de l'air comprimé sous une pression de 7 bar à son point d'origine, la chute de pression dans le circuit le plus défavorisé ne doit pas dépasser 10%. Cette installation fonctionne également en été (Température de référence  $30^\circ\text{C}$ ).

Les débits indiqués sur ce schéma sont établis sur la base du Normal mètre/cube ( $\text{m}^3(\text{n})$ ), température de base à  $15^\circ\text{C}$ , sous une pression absolue de 101300 pascals

Le programme [AeroGaz](#) placé sur ce site permet d'effectuer ce calcul de perte de charge en prenant en compte les éléments suivants.

- L'altitude concernant le site de l'installation est de 80 m
- Les débits de base en référence qui transitent dans les canalisations sont à  $15^\circ\text{C}$ .
- Température de transit d'air définie à  $30^\circ\text{C}$  (installation fonctionnant en été).
- La pression de distribution du gaz.
- Le réseau de distribution est constitué à la fois de canalisations en PVC et tube acier

<b>Choix unité de pression</b>		mbar (100 Pa)		<b>Menu gaz</b>	
- Altitude (A) en m.....		80 m			
- Pression barométrique selon A		100368 Pa			
- Température de distribution du gaz		30 °C			
<b>Choix du type de gaz</b>		Air sec			
- Masse volumique (à 0°C sous 1013mbar)		1,293 Kg/m <sup>3</sup>			
- Densité par rapport à l'air		1			
- Pouvoir calorifique supérieur à 0°C		MJ/kg			
- Pouvoir calorifique inférieur à 0°C		MJ/kg			

Calcul perte de charge réseau de distribution gaz, type : Air sec																			
Repère	Éléments réseaux	Lind tub	Module P40			Débit de base à : 15°C			Pressi effectif	Débit réel	Éléments canalisations				Vitesse réelle	Pressio dynam	Perte de charge		
			K	Nbr	en	Débit unit	Nbr	U			Total	Codo	Dnami	Dr60			Nature	linéaire (J.L)	K
		m		%	Nm3/h		Nm3/h	mbar	m3/h		mm	mm		m/s	mbar	mbar/m	mbar		mbar
Pressure relative dans le réseau gaz par défaut : 700 kPa or: <b>700 mbar (100 Pa)</b>																			
A1-A2	- Réseau de distribution	85			195		195	7000,0	26,0	G32	32,6x40	32,6	pvc25ba	8,64	3,44	1,83	155,34	1,01	156,88
	- Robinet soupape		7,6	1	195		195	6843,1	26,5	G32	32,6x40	32,6	pvc25ba	8,82	3,51	1,86	1,00	26,61	
	- Clapet sécurité à soupape		13	1	195		195	6816,5	26,6	G32	32,6x40	32,6	pvc25ba	8,85	3,52	1,87	1,00	47,12	
	- Coude standard 90°		0,7	2	195		195	6769,4	26,7	G32	32,6x40	32,6	pvc25ba	8,90	3,54	1,88	1,00	4,74	
	- Té (passage ligne droite)		0,4	1	195		195	6764,7	26,8	G32	32,6x40	32,6	pvc25ba	8,91	3,54	1,88	1,00	1,58	
	- Réduction - d2/d1 = 0.90		0,026	0	195		195	6763,1	26,8	G32	32,6x40	32,6	pvc25ba	8,91	3,54	1,88	1,00	0,09	
								6763,0											
A2-A3	- Réseau de distribution	75			135		135	6763,0	18,5	25T	26/34	27,9	acier T1	8,42	3,16	2,73	204,76	1,01	207,53
	- Coude standard 90°		0,7	2	135		135	6595,4	19,0	25T	26/34	27,9	acier T1	8,65	3,25	2,81	1,00	4,50	
	- Té (passage ligne droite)		0,5	1	135		135	6590,9	19,0	25T	26/34	27,9	acier T1	8,66	3,25	2,81	1,00	1,50	
	- Réduction - d2/d1 = 0.80		0,13	0,1	135		135	6549,4	19,1	25T	26/34	27,9	acier T1	8,66	3,25	2,81	1,00	0,42	
								6549,0											
A3-A4	- Réseau de distribution	45			95		95	6549,0	13,4	25T	26/34	27,9	acier T1	6,09	1,61	1,43	64,22	1,00	64,49
	- Té (dérivation)		1,4	1	95		95	6484,5	13,5	25T	26/34	27,9	acier T1	6,14	1,63	1,44	1,00	2,25	
								6482,3											
A4-C	- Réseau de distribution	88			40		40	6482,3	5,7	25T	26/34	27,9	acier T1	2,59	0,29	0,28	24,67	1,00	24,71
	- Robinet soupape		7,8	1	40		40	6457,6	5,7	25T	26/34	27,9	acier T1	2,60	0,29	0,28	1,00	2,27	
								6455,3											
<b>Total perte de charge du réseau hydraulique en mbar :</b>																	<b>449</b>	<b>544,70</b>	
Coefficients majoration de sécurité (assemblages mal réalisés, etc.)																	<b>10%</b>	<b>----</b>	<b>54,47</b>
<b>Éléments complémentaires</b>																			
- Sauvegarde fichier :																			
D:\Excel thermique\Addin English - Fichiers essais\gaz fr.xls																			
<b>Désignation</b>																	<b>Quant</b>	<b>Pdc / U</b>	
- Générateur de chaleur																			
- Filtre																	1	5500 Pa	
- Compteur gaz																			
- Divers																			
<b>Gain de pression par différence d'altitude en mbar à 30°C et m au dessus de la mer :</b>																	<b>----</b>	<b>----</b>	
<b>Total perte de charge du réseau gaz : 65,42 kPa ou en mbar :</b>																	<b>654,17</b>		

La perte de charge dû à l'écoulement d'un gaz s'accompagne d'une expansion qui se traduit par une augmentation du débit (c'est à dire de la vitesse), une diminution de la masse volumique et une augmentation de la viscosité dynamique.

Le programme prend en compte tous ces éléments. Cette contrainte oblige à effectuer le calcul en partant de la production d'air comprimé. Les éléments du réseau sont introduits au fur à mesure de la distribution de l'air comprimé jusqu'au point le plus éloigné.

A chaque entrée d'un élément (canalisation ou accessoires) dans le tableau de calcul, le programme recalcule automatiquement la pression d'entrée sur la ligne suivante dans la colonne pression de service du tableau de calcul.

Dans le cas présent on aura sur le réseau de distribution :

- Point A1 = Pression : 7000 mbar - Débit de base à 15°C et 1013 mbar : 195 m<sup>3</sup>(n)/h - débit réel : 26 m<sup>3</sup>/h
- Point A2 = Pression : 6763 mbar - Débit de base à 15°C et 1013 mbar : 195 m<sup>3</sup>(n)/h - débit réel : 26,8 m<sup>3</sup>/h
- Point A3 = Pression : 6549 mbar - Débit de base à 15°C et 1013 mbar : 135 m<sup>3</sup>(n)/h - débit réel : 19,1 m<sup>3</sup>/h



- Point A4 = Pression : 6482 mbar - Débit de base à 15°C et 1013 mbar : 95 m<sup>3</sup>(n)/h - débit réel : 13,5 m<sup>3</sup>/h
- Point C = Pression : 6455 mbar - Débit de base à 15°C et 1013 mbar : 40 m<sup>3</sup>(n)/h - débit réel : 5,7 m<sup>3</sup>/h

### Groupe de production d'air comprimé

Pour produire de l'air comprimé à 7 bar relatif avec un débit de 422 m<sup>3</sup>(n)/h, la puissance électrique à prévoir pour le groupe de production d'air comprimé selon les rendements pris en compte sera de l'ordre :

**Estimation de la puissance moteur groupe compress...**

Type de gaz..... Air sec

Unités de pression Bar (100000 Pa)

Pression relative d'alimentation gaz à créer 7 Bar

Débit gaz à 0°C, 1013 mb ..... 422 Nm<sup>3</sup>/h

Rendement groupe compression gaz 70 %

Rendement transmission, marge sécurité 90 %

**Résultats des éléments de base**

Transformation adiabatique gaz ..... 24,587 kw

Rendement groupe & transmission 63,00 %

Puissance absorbée (énergie à évacuer) 39,026 kw

Consommation énergie électrique (kVA/h) 48,51 kWh

**Résultats des éléments électriques**

Puissance nominale moteur (normalisée) 45,00 kw

Rendement moyen du moteur ..... 92,12 %

Puissance nominale active absorbée .. 48,847 kw

Facteur de puissance (Cos) ..... 87,32 %

Puissance électrique nominale apparente 55,94 kVA

Courant nominal 230V 80,74 A Tri 400V

Moteur < 0.75 kw Moteur > 0.5 kw

Masse 28,83 Cp 0,24

Buttons: Valider, OK

Attention aux décimales.  
 Virgule en Français et point en Anglais  
 (voir configuration windows en paramètres régionaux)

©2001-2003 Jean Yves

L'énergie à évacuer sera de 39,026 kWh en considérant que le groupe de surpression fonctionnera à pleine puissance pendant 1 heure.

Le dimensionnement de l'installation électrique sera effectué avec :

- une puissance nominale moteur de 45 kW.
- une puissance électrique disponible de 55,94 kVA (puissance apparente) en Tri 400 V + terre
- un câble d'alimentation déterminé sur la base d'un courant électrique de 80,74 A.

La consommation réelle d'énergie électrique sera de 48,51 kVA (Kilo Volt Ampère par heure). C'est cette valeur qui sera utilisée si l'on veut effectuer un bilan annuel de consommation d'énergie électrique.

Cela est bien entendu q'une évaluation (les rendements des groupes de surpression varient selon les fabricants), mais ces données seront très utiles lors d'un avant projet ou d'une estimation de prix notamment sur le coût de l'installation électrique et de l'équipement de l'évacuation de chaleur (installation de ventilation ou de climatisation)