

■ Calcul des apports thermiques pour le conditionnement d'air par la méthode Airwell

Les apports thermiques sont de 3 ordres :

- apports par transmission,
- apports par rayonnement solaire,
- apports internes.

Apports par transmission

Ceux-ci seront calculés suivant la manière habituelle à l'aide des chiffres des colonnes III – IV – et V, le produit sera porté dans la colonne V du tableau 1.10 (cf. plus loin).

Apports par rayonnement solaire

Ils seront calculés en remplissant les cases du bas dans la colonne IX (tableau 1.10).

Apports internes

Ils seront calculés en remplissant les cases du bas de la fiche de calcul (tableau 1.10).

Apports dus à la chaleur provenant du rayonnement solaire sur les murs

I (mur) : rayonnement solaire absorbé sur la surface du mur en W/m^2 .

Il dépend de l'orientation du mur et de l'heure pour laquelle le calcul a été effectué et, également de la latitude sous laquelle le local se trouve.

L'heure d'apport solaire maximal est déterminée à l'aide des figures d'orientation (figure 1.7) et du tableau 1.8.

La valeur **I (mur)** est donnée dans le tableau 1.9 dans la colonne « **m** » en fonction de :

- la latitude,

■ Calculs se rapportant à la méthode Airwell

□ Détermination de l'heure où l'apport thermique est maximal

La figure 1.7 correspondant à l'orientation donne le repère « 13 ».

La ligne 13 du tableau 1.8 pour 2 murs exposés S-O donne une charge maximale à 15 heures.

□ Étude des apports par la paroi ouest (repérée A)

Coefficient de transmission du vitrage

Le fabricant (Saint-Gobain) donne $U = 5,7 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$.

Coefficient de transmission de la partie pleine

Résistance au flux thermique due à la convection (intérieure et extérieure) :
 $R = 0,17 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Résistance au flux thermique due au béton $R = e/\lambda = 0,2/1,4 = 0,143 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Résistance totale $R = 0,17 + 0,143 = 0,313 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Coefficient de transmission thermique $U = 1/R = 1/0,313 = 3,2 \text{ W/}^\circ\text{C.m}^2$.

Calcul des apports par ensoleillement à travers les vitres

$R_v = g \times A \times I_v$.

R_v : quantité de chaleur traversant la vitre du fait de l'ensoleillement.

g : facteur de réduction (Tableau 1.6).

A : coefficient d'absorption du vitrage.

I_v : intensité du rayonnement solaire en W/m^2 .

La documentation donne : $g = 0,45$; $A = 1$; $I_v = 415$.

D'où : $R_v = 0,45 \times 1 \times 415 = 187 \text{ W/m}^2$.

Calcul des apports par ensoleillement à travers le béton

$R_m = S \times A \times I_m$.

R_m : quantité de chaleur traversant le mur du fait de l'ensoleillement.

S : facteur de rayonnement en fonction du coefficient de transmission (Figure 1.8).

A : coefficient d'absorption.

Im : intensité du rayonnement solaire en W/m^2 .

La documentation donne : $S = 0,15$; $A = 0,4$; $Im = 495$.

$$\mathbf{Rm} = 0,15 \times 0,4 \times 495 = 29,7 \text{ W/m}^2.$$

☐ Étude des apports par la paroi sud (repérée C)

Par hypothèse, le coefficient de transmission thermique $\mathbf{U} = 1,5 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$

Apport par ensoleillement :

$$\mathbf{Rm} = S \times A \times Im.$$

D'après la documentation $S = 0,075$; $A = 0,4$; $Im = 215$.

$$\text{D'où : } \mathbf{Rm} = 0,075 \times 0,4 \times 215 = 6,45 \text{ W/m}^2.$$

☐ Parois Intérieures

Résistance thermique due à la convection (intérieure et extérieure) : $\mathbf{R} = 0,24 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Résistance thermique due au plâtre : $\mathbf{R} = e/\lambda = 0,1/0,5 = 0,2 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Résistance totale : $\mathbf{R} = 0,24 + 0,2 = 0,44$.

Coefficient de transmission thermique $\mathbf{U} = 1/R = 1/0,44 = 2,27 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$.

☐ Étude des apports par le sol

Résistance au flux thermique due à la convection $\mathbf{R} = 0,20 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Résistance au flux thermique due à la dalle de béton.

$$\mathbf{R} = e/\lambda = 0,07/1,5 = 0,047.$$

Résistance totale : $\mathbf{R} = 0,20 + 0,047 = 0,247 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Coefficient de transmission thermique $\mathbf{U} = 1/R = 1 / 0,247 = 4 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$.

☐ Étude des apports par le plafond

Résistance au flux thermique due à la convection $\mathbf{R} = 0,34 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Résistance au flux thermique due à la dalle (identique au sol : $\mathbf{R} = 0,047$).

Résistance totale $\mathbf{R} = 0,34 + 0,047 = 0,387 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

Coefficient de transmission thermique $\mathbf{U} = 1/R = 1/0,387 = 2,6 \text{ W (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$.

Tableau 1.10 – Récapitulatif de l'étude.

LOCAL Destination : Salle de réunion
 Situation : 50 étage, Troisième
 Dimensions : 10 x 6 m de surface x 5,1 m de hauteur = 306 m³ de volume du local

CONDITIONS t° sèche : 32 °C t° humide : 22 °C humidité relative : 62 % humidité absolue : 12,5 g/kg 64 kJ/kg
 • Air extérieur : 32 °C 22 °C 62 % 12,5 g/kg 64 kJ/kg • Calculs effectués pour 3,5 h
 • Air du local : 22 °C 14 °C 40 % 6,5 g/kg 19 kJ/kg • Calcul de fuites = m³/h
 Δt = 10 Δt_g = 0 ΔH = 25
 • Renouvellement d'air = 900 m³/h

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
FAUCON : désignation et exposition	Dimensions de la paroi - m ² Nombre et dimensions des vitrages - m ²	Surface brute de la paroi - m ² Surface totale des vitrages - m ² Surface nette de la paroi - m ²	— Kv Km	Δt des 1 ^{ers} degrés °C	Apports par transmission III - IV - V (W) III - IV - V (W)	— g x A x l v = Rv G x A x l m = Rm	— —	Apports par rayonnement solaire III-VIII (W) III-VIII (W)
A	<u>10 x 3,10</u>	<u>31</u>	—	—	—	—	—	—
Quest	<u>2(3,5 x 1,9)</u>	<u>13,3</u>	<u>5,7</u>	<u>10</u>	<u>758</u>	<u>0,45 x 1 x 415</u>	<u>187</u>	<u>3887</u>
	—	<u>17,7</u>	<u>1,2</u>	—	<u>568</u>	<u>0,15 x 0,4 x 495</u>	<u>29,7</u>	<u>526</u>
C	<u>6 x 3,1</u>	<u>18,6</u>	—	—	—	—	—	—
Sud	—	<u>18,6</u>	<u>1,5</u>	<u>10</u>	<u>279</u>	<u>0,075 x 0,4 x 215</u>	<u>6,45</u>	<u>120</u>
B	<u>10 x 3,1</u>	<u>31</u>	—	—	—	—	—	—
	—	<u>31</u>	<u>227</u>	<u>5</u>	<u>352</u>	—	—	—
D	<u>6 x 3,1</u>	<u>18,6</u>	—	—	—	—	—	—
	—	<u>18,6</u>	<u>227</u>	<u>5</u>	<u>211</u>	—	—	—
Plafond	<u>10 x 6</u>	<u>60</u>	—	—	—	—	—	—
	—	<u>60</u>	<u>2,6</u>	<u>5</u>	<u>780</u>	—	—	—
Sol	<u>10 x 6</u>	<u>60</u>	—	—	—	—	—	—
	—	<u>60</u>	<u>4</u>	—	<u>1200</u>	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—
APPORTS DE CHALEUR SENSIBLE					Total par transmission	<u>4146</u> W		
					Total par rayonnement solaire		<u>3133</u> W	
					Occupants : nombre <u>50</u> x W/personne <u>82</u> = <u>2480</u>			
					Appareils électriques : Watts dissipés <u>2000</u> = <u>2000</u>			
					ch. dissipée = <u>750</u> = <u> </u>			
					Sources diverses : Eclairage <u>30</u> x <u>60</u> W = <u>1800</u>			
					Renouvellement d'air : Δt _g <u>30</u> x m ³ /h <u>900</u> x 0,33 = <u>2970</u>			
					(1) CHARGE CALORIFIQUE SENSIBLE = <u>16509</u> W			
APPORTS DE CHALEUR LATENTE					Occupants : nombre <u>50</u> x W/personne <u>8,9</u> = <u>1470</u>			
					Sources diverses : eau en g/h <u> </u> x 0,7 = <u> </u>			
					Renouvellement d'air : Δt _g <u>0</u> x m ³ /h <u>900</u> x 1,3 x 0,7 = <u>450,6</u>			
					(2) CHARGE CALORIFIQUE LATENTE = <u>6006</u> W			
					CHARGE CALORIFIQUE TOTALE (1) + (2) = <u>22515</u> W			

Conclusion

La méthode simplifiée de **Carrier** donne une puissance à installer de **17 685 W**,
 la méthode **Airwell** qui tient compte de plus de paramètres donne **22515 W**.
 Si on retient le modèle **Airwell 752**, en condensation à air, la puissance garantie
 est de **20645 W** et en condensation à eau la puissance garantie est de **22440 W**.

Tableau 1.6 – Facteur de réduction « g » pour fenêtres protégées.

Fenêtres protégées par	Couleur	g
• stores extérieurs en toile	écru	0,28
• stores extérieurs en toile	alumin.	0,22
• stores intérieurs entièrement baissés	alumin.	0,45
• stores intérieurs à moitié baissés	blanc ou crème	0,68
• persiennes entièrement baissées à l'intérieur des fenêtres	alumin.	0,58
• persiennes entièrement baissées à l'extérieur des fenêtres	alumin.	0,22

Tableau 1.7 – Coefficient d'absorption « A » pour murs, toits et fenêtres.

Couleur et nature de la surface	A
Surfaces très claires :	
• pierre blanche – surface blanche, claire ou crème – ciment très clair	0,4
Surfaces foncées :	
• fibrociment – bois non peint – pierre brune – brique rouge – ciment foncé – staff rouge, vert ou gris	0,7
Surfaces très foncées :	
• toitures en ardoises foncées – carton bitumé très sombre	0,9
Verre (fenêtres ou danternaux) :	
• vitrage simple	1,0
• vitrage double	0,9
• vitrage triple	0,8

Tableau 1.8 – Heures où le besoin de refroidissement est maximal dans les locaux ayant différentes orientations.

Orientation des locaux	Nbre de murs exposés	Murs exposés	Heures			
			Fenêtres protégées		Fenêtres nues	
			a	b	a	b
1	1	N			14	14
2		NE			14	14
3		E	12	12	9	9
4		SE	13	13	10	10
5		S	14	13	13	13
6		SO	15	14	16	15
7		O	15	15	16	16
8		NO	16	15	17	16
9	2	N-E	14	14	9	9
10		NE-SE	14	13	9	9
11		S-E	14	13	10	10
12		SE-SO	15	14	15	15
13		S-O	15	14	15	15
14		SO-NO	15	15	16	16
15		O-N	15	15	16	16
16		NO-NE	16	15	17	17
17	3	O-N-E	16	15	16	16
18		NO-NE-SE	15	15	16	16
19		N-E-S	14	14	10	10
20		NE-SE-SO	15	14	15	15
21		E-S-O	15	14	15	15
22		SE-SO-NO	15	15	16	16
23		S-O-N	15	15	16	16
24		SO-NO-NE	16	15	16	16
25	4	SO-N-E	15	14	15	15
26		SO-NO-NE-SE	15	14	15	15
27	néant			14	14	

a : avec local au-dessus.

b : avec toit ou combles non ventilés au-dessus.

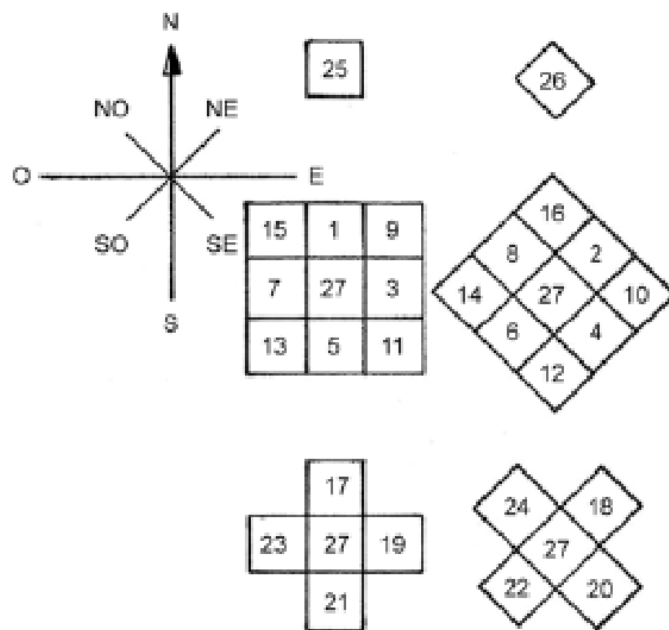


Figure 1.7 – Détermination de l'heure de charge maximale.

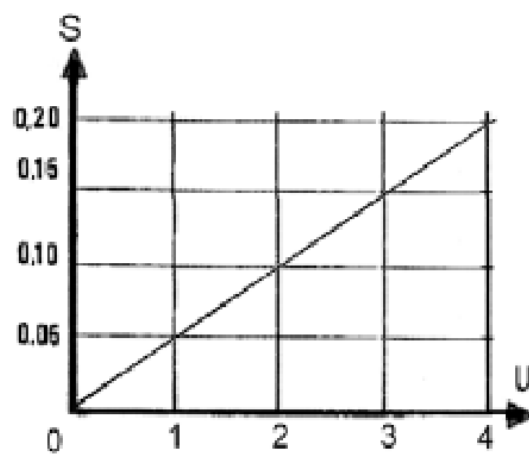


Figure 1.8 – Coefficient minorateur (S) en fonction du coefficient de transmission thermique (U).

Tableau 1.9 – Valeurs du rayonnement solaire aux différentes latitudes et expositions.

orientation des surfaces	VERTICALES						
	NE	E	SE	S	NO	O	SO
	Nord-Est	Est	Sud-Est	Sud	Nord-Ouest	Ouest	Sud-Ouest
Hémisphère Nord (7 ^e Août)							
Hémisphère Sud (7 ^e Février)							

SURFACES HORIZONTALES
Hémisphères Nord et Sud = H

LATITUDE 20°

	NE		E		SE				H		h
	m	v	m	v	m	v			m	v	
6	180	180	190	170	90	60			20	5	18
7	375	340	485	375	215	175			160	110	17
8	460	395	555	495	310	250			380	315	16
9	410	330	505	440	310	225			560	495	15
10	290	200	375	295	245	180			715	630	14
11	150	65	205	130	140	60			800	720	13
12									825	740	12
h	m	v	m	v	m	v			m	v	
	NO		O		SO				H		

LATITUDE 0°

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6											18
7	240	205	245	215	110	80	85	60	65	30	17
8	490	420	490	420	290	195	185	135	280	215	16
9	630	440	480	410	165	105	105	165	490	410	15
10	480	375	375	290	70	35	250	180	650	600	14
11	350	255	200	190			255	190	760	680	13
12	200	100					255	190	785	690	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

LATITUDE 30°

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	210	180	230	205	110	85			40	15	18
7	380	340	455	425	225	210			190	135	17
8	425	380	505	465	370	290			400	325	16
9	345	280	475	435	380	295	35	5	670	600	15
10	295	190	375	290	330	245	85	25	705	630	14
11	80	70	200	110	235	145	125	50	790	705	13
12					100	30	140	55	820	735	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

LATITUDE 10°

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	30	25	30	25	15	10	15	10	5		18
7	280	240	300	280	140	105	75	55	100	80	17
8	490	420	525	450	255	180	130	95	340	260	16
9	470	385	500	420	225	145	120	70	540	465	15
10	380	290	390	295	155	80	120	60	695	600	14
11	280	180	205	190	35		110	65	690	700	13
12	100	35					110	60	825	725	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

LATITUDE 35°

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	245	220	285	240	130	100			60	25	18
7	390	345	455	430	290	225			210	180	17
8	405	340	505	465	395	325			485	335	16
9	310	225	510	435	415	330	75	20	570	495	15
10	100	75	380	290	375	280	150	70	700	615	14
11	5		200	110	280	190	125	105	790	680	13
12					160	70	210	120	885	730	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	288	230	290	270	160	115			65	35	18
7	300	345	455	445	510	250			235	185	17
8	260	210	570	455	420	350	25	9	405	335	16
9	275	190	540	435	445	370	125	55	585	485	15
10	820	40	385	295	415	330	295	120	575	500	14
11	80		305	110	320	335	360	155	750	570	13
12	30				250	170	380	190	780	595	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

LATITUDE 46°

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	225	180	300	260	210	160			90	50	18
7	285	230	470	410	365	330	75	30	220	180	17
8	360	180	530	480	405	425	175	85	385	280	16
9	145	60	475	400	530	455	275	190	405	410	15
10			360	280	510	430	360	275	630	530	14
11			300	190	445	360	435	345	635	550	13
12					325	225	480	375	655	570	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

LATITUDE 60°

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	350	250	350	280	170	130			70	45	18
7	350	305	515	480	325	215			235	170	17
8	300	285	575	585	445	350	60	15	405	340	16
9	235	190	565	430	475	405	175	95	535	475	15
10	80	20	325	325	450	305	285	175	660	500	14
11			300	110	450	280	350	260	720	640	13
12					340	190	345	260	740	680	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

LATITUDE 50°

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	220	150	310	270	220	150			50	55	18
7	270	225	400	400	385	330	50	25	215	150	17
8	350	170	520	450	505	435	190	112	355	305	16
9	120	40	470	395	545	475	300	220	450	375	15
10			355	270	535	455	395	310	535	455	14
11			195	100	470	360	470	390	580	500	13
12					355	285	500	420	595	515	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

LATITUDE 65°

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	240	205	270	240	190	115			80	45	18
7	350	295	480	420	325	270			230	180	17
8	320	245	560	475	455	385	65	30	340	310	16
9	200	105	495	415	500	420	215	130	510	435	15
10	55	5	370	305	485	405	350	230	620	535	14
11			190	95	410	320	380	290	580	500	13
12					305	195	455	315	580	510	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

	NE		E		SE		S		H		h
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
6	215	180	325	285	230	185			105	65	18
7	260	225	455	400	385	330	85	30	210	165	17
8	215	180	510	440	510	440	210	140	325	285	16
9	55	25	455	385	550	475	320	245	410	335	15
10			345	260	505	470	425	360	475	400	14
11			190	100	400	420	500	425	520	450	13
12					375	280	520	480	550	480	12
h	m	v	m	v	m	v	m	v	m	v	
	NO		O		SO		S		H		

h : heure solaire

m : coefficient de rayonnement solaire absorbé par les parois (W/m²)v : coefficient de rayonnement solaire absorbé par les vitrages (W/m²)

Tableau 1.11 – Sélection de l'équipement (doc. Airwell).

Airwell

CENTRALES AUTONOMES DE CLIMATISATION *PACKAGED AIR CONDITIONERS* Formule « VERTICALE » *« VERTICAL » Type*

Rafraîchissement *Cooling* Filtration *Filtering*
Déshumidification *Dehumidification* Diffusion de l'air *Air is distributed*
Ventilation *Ventilation* par grilles de soufflage *through blowing grilles*
Chauffage *Heating* ou réseau de gaines *or a duct system*

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES MAIN CHARACTERISTICS		352		552		652		752		852		1052		1552		2 252	
		AD	AE	AD	AE	AD	AE	AD	AE	AD	AE	AD	AE	AD	AE	AD	AE
TYPE DE CONDENSATION CONDENSATION		Eau Water	Air Air	Eau Water	Air Air	Eau Water	Air Air	Eau Water	Air Air	Eau Water	Air Air	Eau Water	Air Air	Eau Water	Air Air	Eau Water	Air Air
PUISSANCE FROID/PUISS. RECHAUFF. • P. Refrigerating Capacity • kW		10 400	9 180	17 440	15 280	21 080	18 540	22 840	20 040	28 760	25 320	36 320	32 280	48 120	41 020	58 420	51 170
PUISS. RECHAUFF. MAX. • P. Max. Heating Capacity • kW		21 000	18 500	25 800	22 800	31 800	28 300	37 800	33 800	47 800	42 300	61 800	54 800	79 800	69 300	98 800	85 800
DEBIT D'AIR TRAITE TOTAL AIR FLOW		2 000	2 000	3 200	3 200	4 000	4 000	4 800	4 800	6 000	6 000	8 000	8 000	9 000	9 000	14 000	14 000
MOTEUR AIR TRAITE FAN MOTOR		0,4	0,4	0,75	0,75	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3	5	5
ALIMENTATION ELECTRIQUE POWER SUPPLY		1 ~ 220 V - 50 Hz ou 220 V - 60 Hz - 50/60 Hz (à l'installation) <i>NOT INTERCHANGEABLE</i>															
PUISSANCE ABSORBEE NORMALE NORMAL POWER INPUT		kW	3,5	4	5,2	6	6,8	7,8	8,4	8,5	10	10	12	16	19	25	29
CHAUFFAGE ELECTRIQUE ELECTRICAL HEATING		kW	9	9	12	12	16 x 2	16 x 2	16 x 12	16 x 12	16 x 12	16 x 12	17 x 2	18 x 2	18 x 2	18 x 2	18 x 2
CHAUFFAGE ELECTRIQUE ELECTRICAL HEATING		BTU/h	30 800	30 800	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200	47 200
PUISS. RECHAUFF. MAX. • P. Max. Heating Capacity • kW		21 000	18 500	25 800	22 800	31 800	28 300	37 800	33 800	47 800	42 300	61 800	54 800	79 800	69 300	98 800	85 800
PUISS. RECHAUFF. MAX. • P. Max. Heating Capacity • kW		21 000	18 500	25 800	22 800	31 800	28 300	37 800	33 800	47 800	42 300	61 800	54 800	79 800	69 300	98 800	85 800
ECLAIRAGE LIGHTING		W	100		1 000		1 000		1 000		1 000		2 000		3 000		4 000
DIMENSIONS ET POIDS SIZE AND WEIGHT		A mm 1 600 B mm 1 000 C mm 400 D mm 400		1 700 1 000 500 400		1 800 1 000 600 500		1 900 1 000 600 500		1 900 1 000 600 500		1 900 1 000 600 500		2 000 1 000 700 500		2 000 1 000 700 500	
Poids net / Net weight		kg	160	160	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Poids emballé (carton) Packed (carton packing)		kg	160	160	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
VENTILO-CONDENSEUR A AIR AIR COOLED CONDENSER		UC33		UC53		UC33 (2)		UC72		UC33 + UC53		UC53 (2)		UC72 (2)		UC72 (3)	
CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES MAIN CHARACTERISTICS		UC33		UC53		UC33 (2)		UC72		UC33 + UC53		UC53 (2)		UC72 (2)		UC72 (3)	
Alimentation électrique Power supply		1 ~ 220 V - 50 Hz															
Débit d'air Air flow		m ³ /h		3 700		5 000		6 500									
Dimensions Size		E mm		831		831		676									
		F mm		825		825		1 410									
		G mm		885		885		490									
Poids Net / Emballé (carton) Net / Packed (carton packing)		kg		64 / 69		73 / 78		115 / 120									

Ce modèle « **Airwell 752** » convient donc pour ce projet. Cette armoire peut être à condensation à air ou à eau.