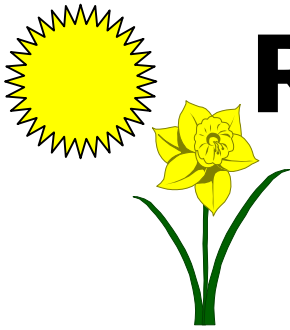
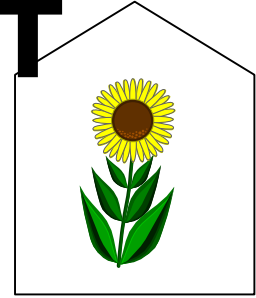


VENTILATION et REFROIDISSEMENT DES SERRES

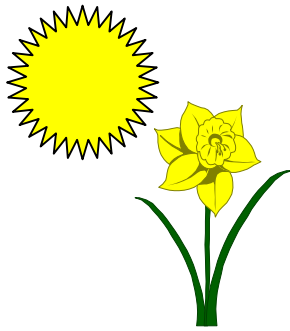
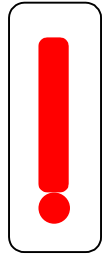
**Par Jean-Marc Boudreau
Février 2004**



REFROIDISSEMENT DES SERRES



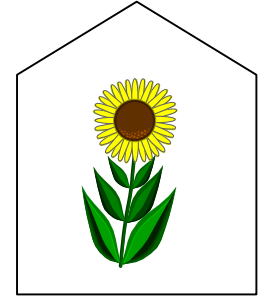
- Ventilation
- Ombrage
- Refroidissement par évaporation d'eau
- Possibilité de combinaison



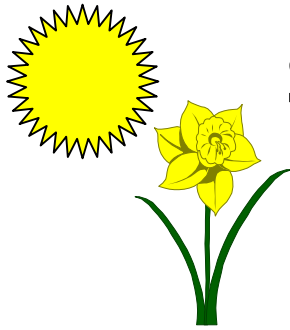
SERRE REFROIDISSEMENT

TEMPÉRATURES

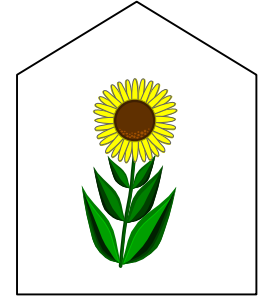
ÉLEVÉES



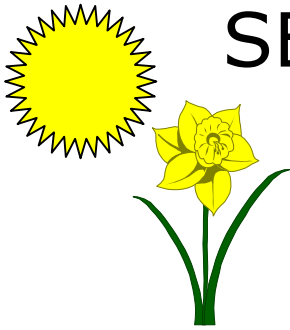
- **EFFET DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES**
- Le réchauffement est dû au soleil
 - à peu près 3 fois la charge de chauffage
- Baisse de l'humidité relative
- Limitation de l'apport d'eau
- Destruction des composantes cellulaires



SERRE REFROIDISSEMENT **VENTILATION**

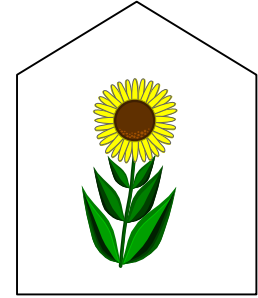


- Ventilation forcée
 - utilise des ventilateurs d'extraction
 - et des entrées d'air
- Ventilation naturelle
 - utilise l'effet du vent
- Système combiné
 - **Non simultanément**

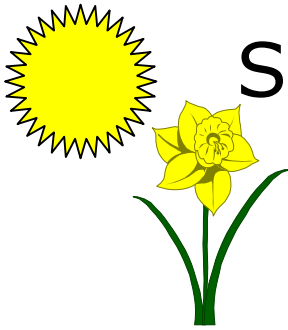
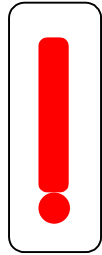


SERRE REFROIDISSEMENT

VENTILATION FORCÉE

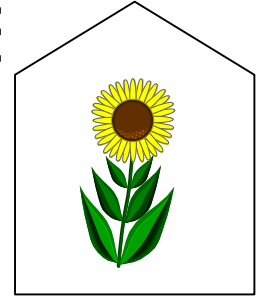


- Ventilateurs d'extraction à grands débits
- Limites
 - longueur max des serres : 45 m
 - risque: panne de courant
 - investissement; coût d'électricité
- 3 ou 4 niveau de ventilation
- Débit maximum visée : $3 \text{ m}^3/\text{min-m}^2\text{s}$

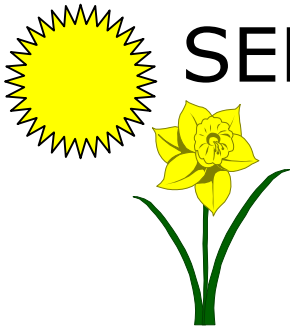


SERRE VENTILATION FORCÉE

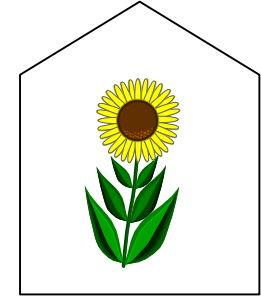
HIVER



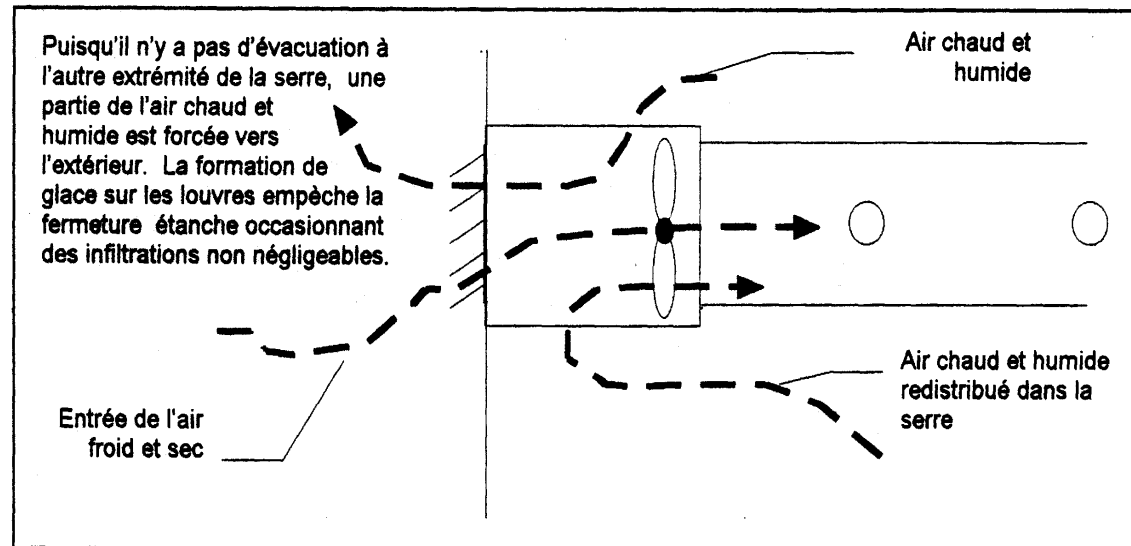
- **1^{er} NIVEAU DE VENTILATION : HIVER**
- Environ $0.3\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2\text{s}$ (10% du max)
- Par Fan-jet
 - Fan-jet : entrée d'air froid avec mélange d'air chaud intérieur
 - option: ventilateur de sortie d'air chaud
 - (max 50 à 60 % de la capacité du Fan-jet)
 - Peut être 1 ventilateur pour plusieurs Fan-Jet

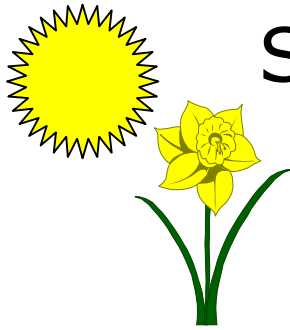
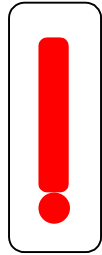


SERRE VENTILATION FORCÉE HIVER FAN-JET



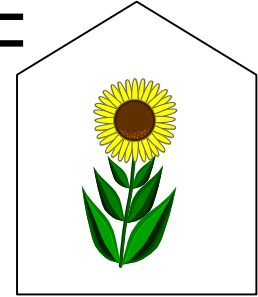
- Danger de gel des volets en hiver
- Présence du tube encombrant





SERRE VENTILATION FORCÉE

HIVER

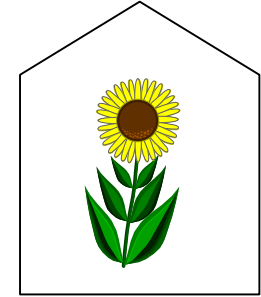
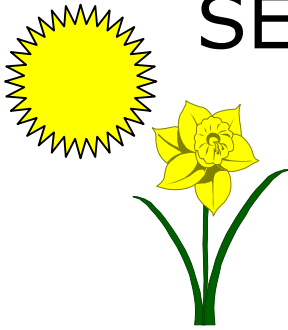
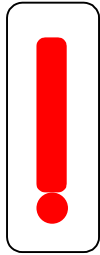


- Par pression positive
 - force l'entrée d'air froid à haute vitesse
 - Débit de 0.3 à $0.6\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2\text{s}$
 - doit permettre de mélanger l'air froid et l'air chaud avant de retomber sur les plantes
 - souvent des effets indésirables
 - Pas encombrant

SERRE VENTILATION FORCÉE

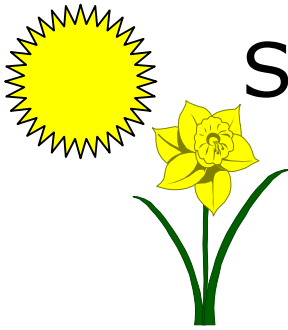
HIVER

exemple



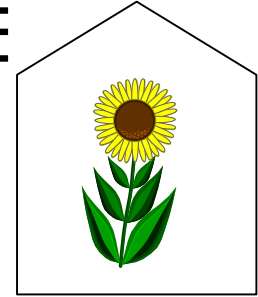
- Serre de 9 m par 30 m (270 m²)
- Fan-jet : 0.3m³/min-m²s X 270 m² =
- ventilateur extraction=0.5 X.....=.....



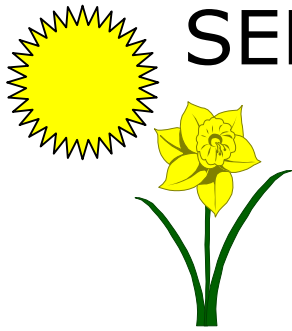


SERRE VENTILATION FORCÉE

PRINTEMPS



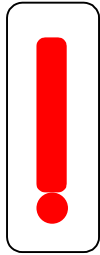
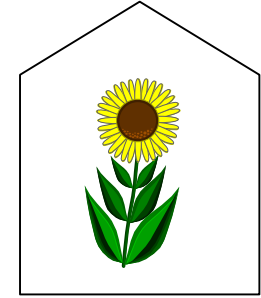
- **2^e NIVEAU DE VENTILATION : PRINTEMPS**
- Ventilateur d'extraction de 1 à 1.5 m³/min-m²s
- Peut être la première vitesse d'un ventilateur à 2 vitesses
- Surface d'entrée d'air pour une vitesse d'entrée maximale de 4m/s (800 pi/min)
- Où surface d'entrée d'air d'environ 0.6 à 1% de la surface de plancher de la serre



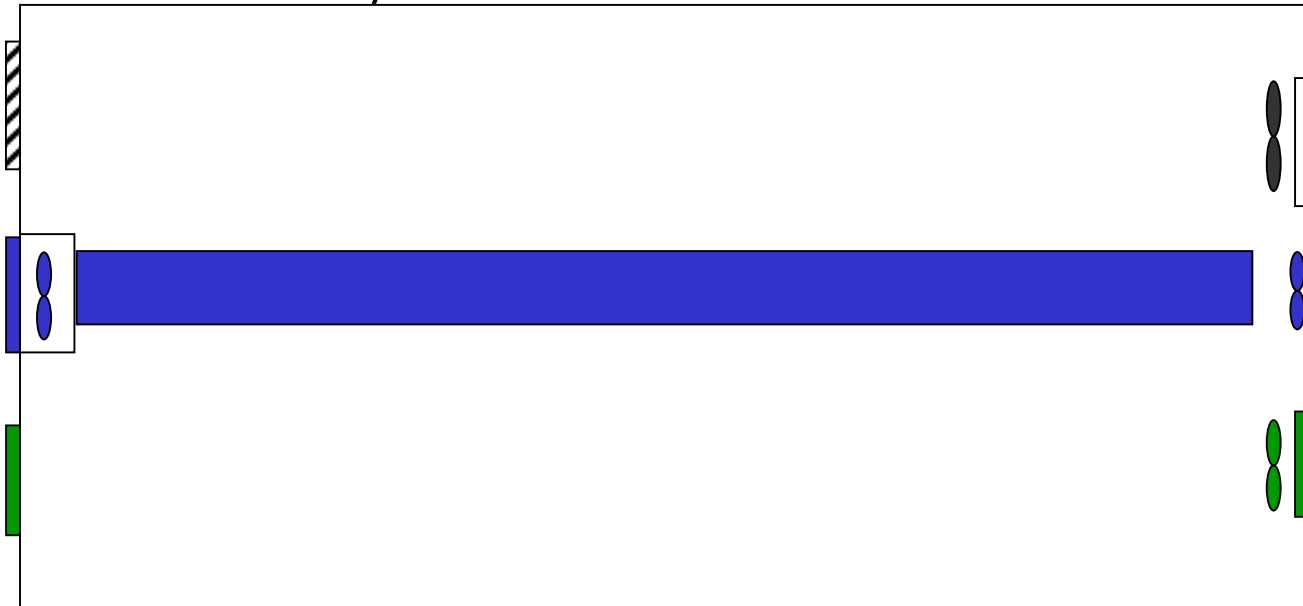
SERRE VENTILATION FORCÉE

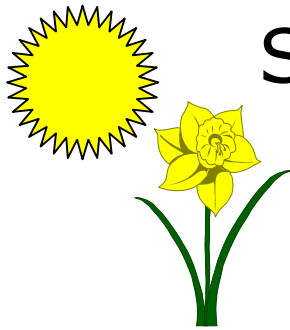
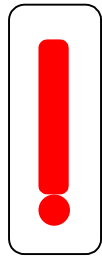
PRINTEMPS

exemple

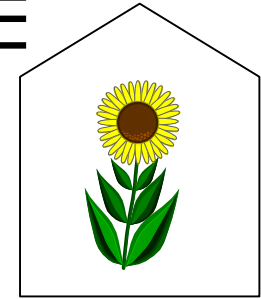


- Serre de 9 m par 30 m (270 m²)
- Ventilateur extraction : 1m³/min-m²s X 270 m² = m³/min
- Entrée d'air: 0.6/100 x 270 m²=.....

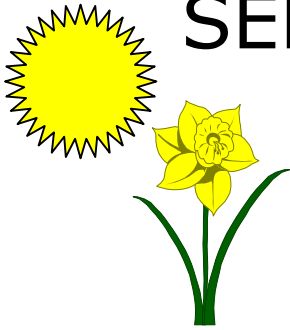




SERRE VENTILATION FORCÉE ÉTÉ



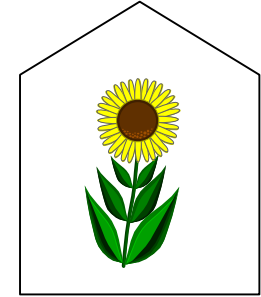
- **3^e NIVEAU DE VENTILATION : ÉTÉ**
- Ventilateur d'extraction de 1.5 à $2 \text{ m}^3/\text{min-m}^2\text{s}$
- Pour atteindre un débit total d'environ $3\text{m}^3/\text{min-m}^2\text{s}$
- Peut être la deuxième vitesse d'un ventilateur à 2 vitesses
- Pour atteindre une surface totale d'entrée d'air d'environ 2% de la surface de la serre



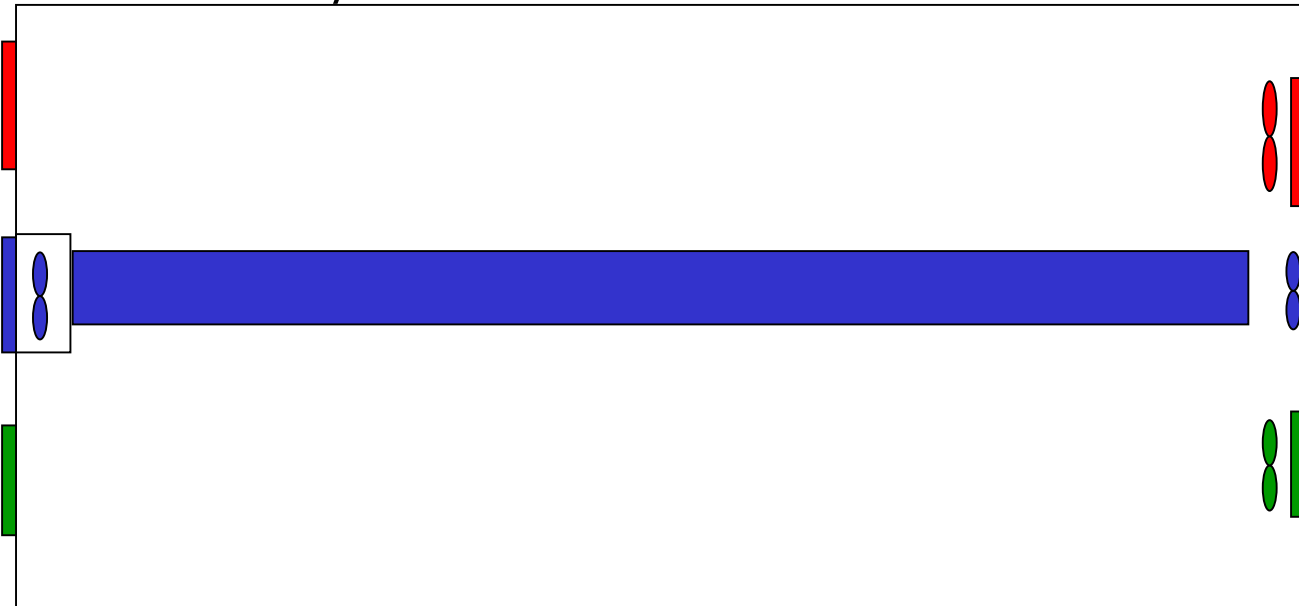
SERRE VENTILATION FORCÉE

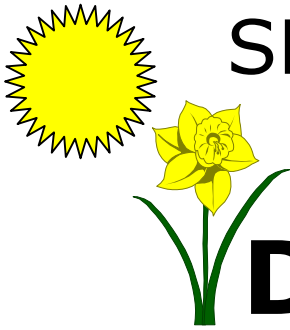
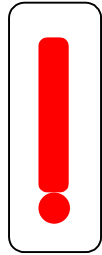
ÉTÉ

exemple



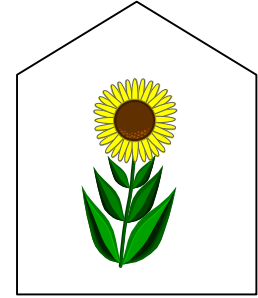
- Serre de 9 m par 30 m (270 m²)
- Ventilateur extraction : 2m³/min-m²s X 270 m² = m³/min
- Entrée d'air: 1 /100 x 270 m²=.....



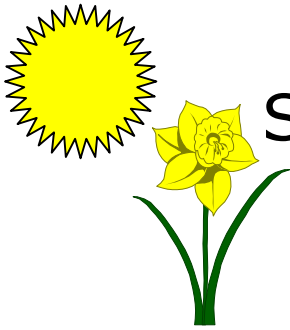


SERRE VENTILATION FORCÉE

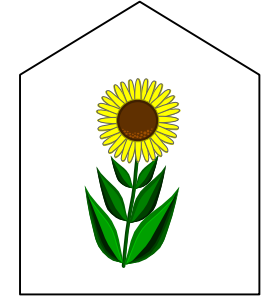
POSITION DES ÉQUIPEMENTS



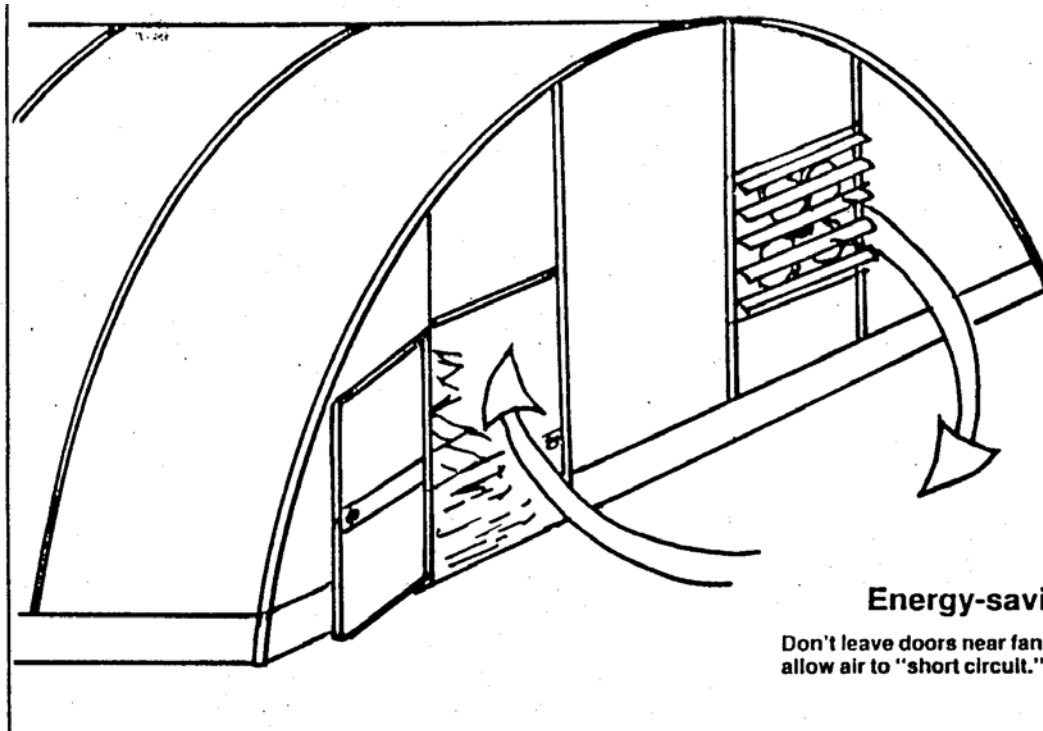
- Ventilateurs
 - Du côté opposé aux vents dominants
 - hauteur et position ont peu d'importance
 - très peu d'influence sur les plantes
- Entrées d'air
 - ouvrant continue ou volets distincts
 - répartie sur la largeur de la serre
 - à la hauteur des plantes
 - au moins 1/3 automatique



SERRE VENTILATION FORCÉE **LA GESTION A SA PLACE**

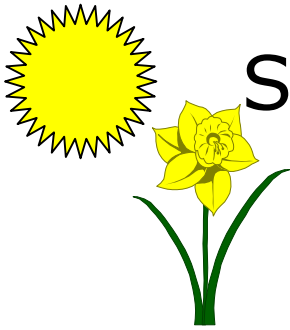


- Ventilation avec la porte ouverte !!!!!!!!!!!!!

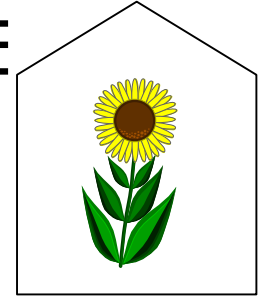


Energy-saving hint

Don't leave doors near fan open, since this v allow air to "short circuit."



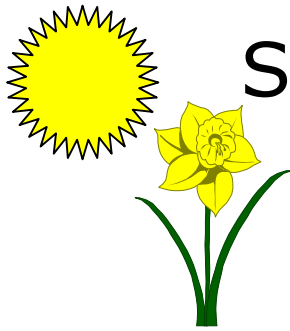
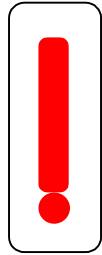
SERRE VENTILATION FORCÉE LES ÉQUIPEMENTS



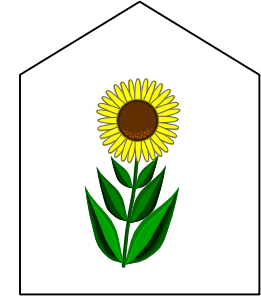
Pour brasser de l'air en grand!



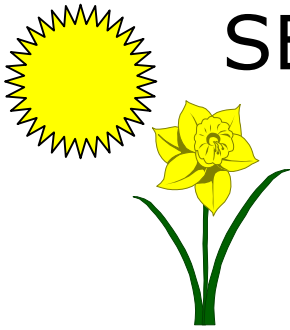
VENTILATION et
REFROIDISSEMENT DES SERRES



SERRE REFROIDISSEMENT **VENTILATION NATURELLE**

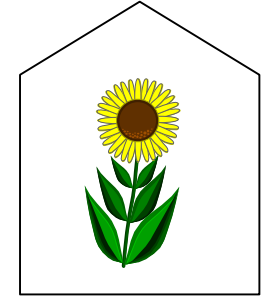


- Utilise le vent pour le déplacement d'air (base de 1 km/hr)
- Ventilation au toit et/ou ventilation latérale
- Efficace 95% du temps
- Limite: été chaud et pas de vent
- Limite: hiver $T^{\circ} < -5$ à -15 °C



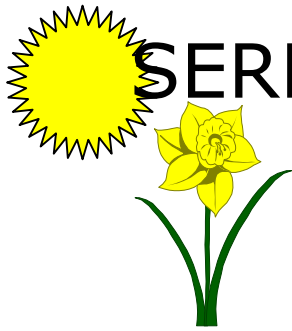
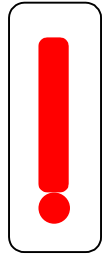
SERRE REFROIDISSEMENT

VENTILATION NATURELLE

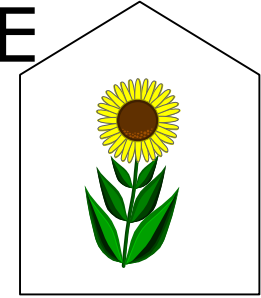


- À propos de l'effet de cheminée

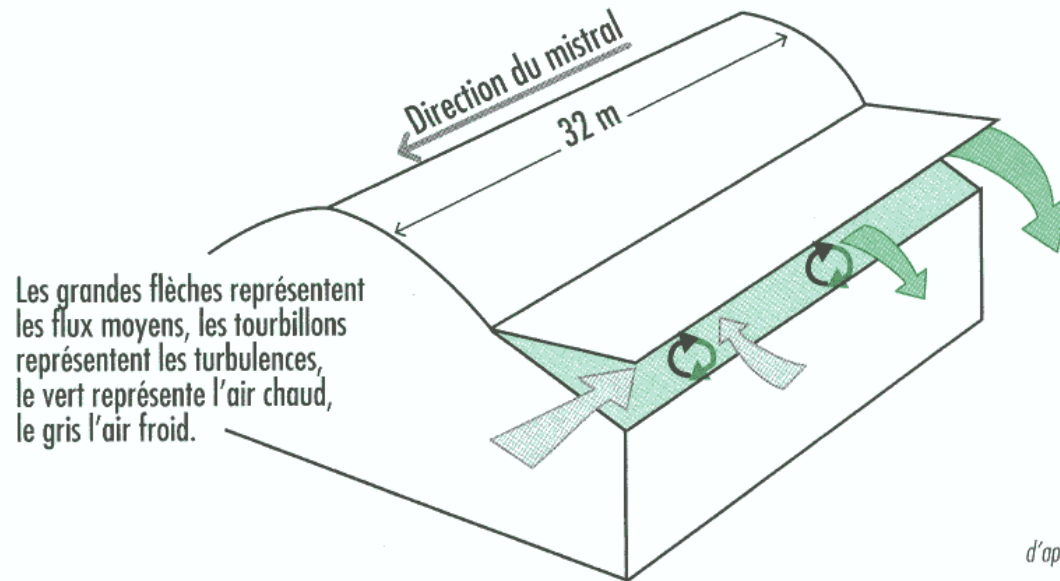
Temp. °F	Absolute Temp. Ratio	Density Lb./Cu. Ft.	Specific Gravity	Specific Volume Cu. Ft./Lb.					
					360	1.547	.04848	.646	20.63
					370	1.566	.04789	.639	20.88
-60	.7547	.09938	1.325	10.06	380	1.585	.04732	.631	21.13
-40	.7925	.09464	1.262	10.57	390	1.604	.04676	.623	21.38
-30	.8113	.09244	1.233	10.82	400	1.623	.04622	.616	21.64
-20	.8302	.09034	1.205	11.07	410	1.642	.04569	.609	21.89
-10	.8491	.08833	1.178	11.32	420	1.660	.04517	.602	22.14
0	.8679	.08641	1.152	11.57	430	1.679	.04466	.595	22.39
20	.9057	.08281	1.104	12.08	440	1.698	.04417	.589	22.64
40	.9434	.07950	1.060	12.58	450	1.717	.04368	.582	22.89
60	.9811	.07644	1.019	13.08	460	1.736	.04321	.576	23.14
70	1.000	.07500	1.000	13.33	470	1.755	.04274	.570	23.40
80	1.019	.07361	.981	13.58	480	1.774	.04229	.564	23.65
90	1.038	.07227	.964	13.84	490	1.792	.04184	.558	23.90
100	1.057	.07098	.946	14.09	500	1.811	.04141	.552	24.15
110	1.075	.06974	.930	14.34	510	1.830	.04098	.546	24.40



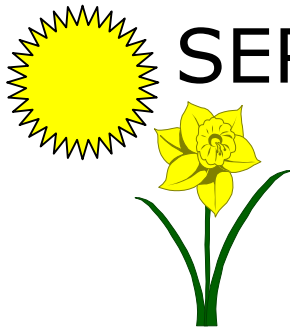
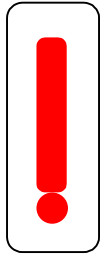
SERRE VENTILATION NATURELLE PAR LE TOIT



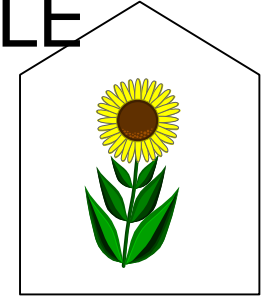
- Effet d'aspiration du vent
- Pas d'effet de cheminée (air chaud)
- Air entre et sort par le même ouvrant



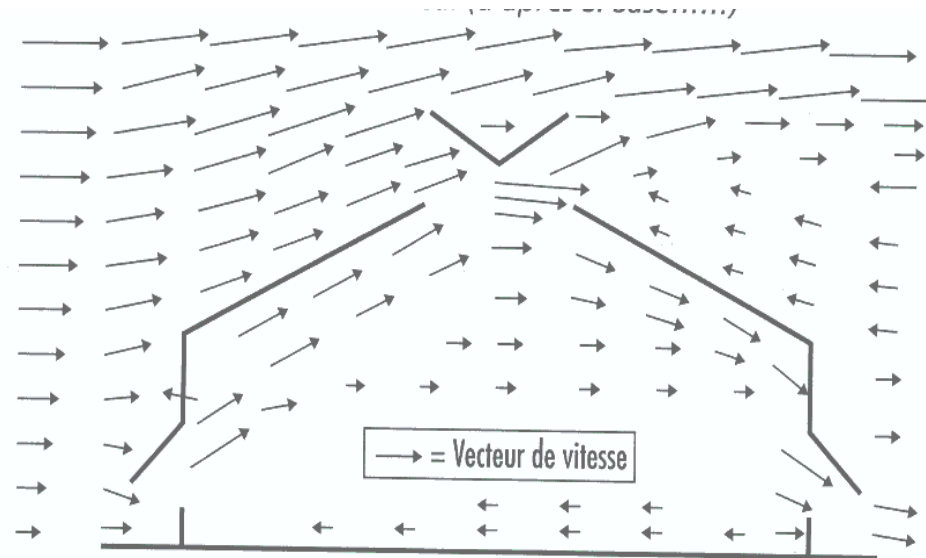
d'après T. Boulard



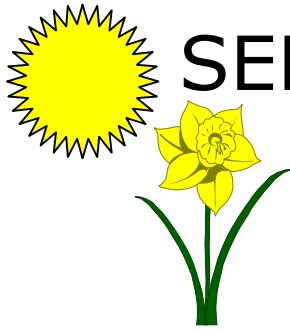
SERRE VENTILATION NATURELLE PAR LE TOIT



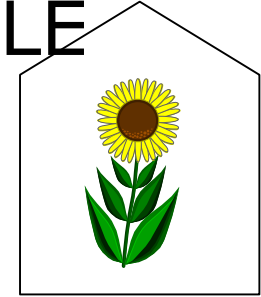
- La position de l'ouvrant n'a que peu d'effet sur la quantité de ventilation
- Ouvrants à la gouttière, à mi-hauteur, au faîte ou alternés



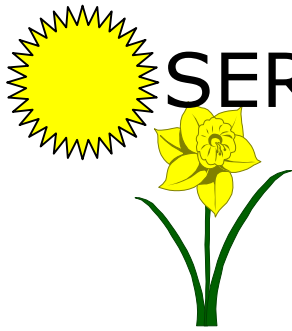
V = vitesse du vent de référence à 10 m



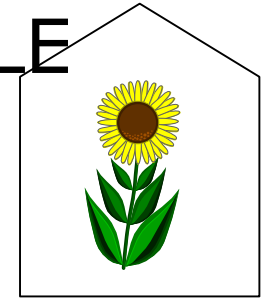
SERRE VENTILATION NATURELLE **PAR LE TOIT**



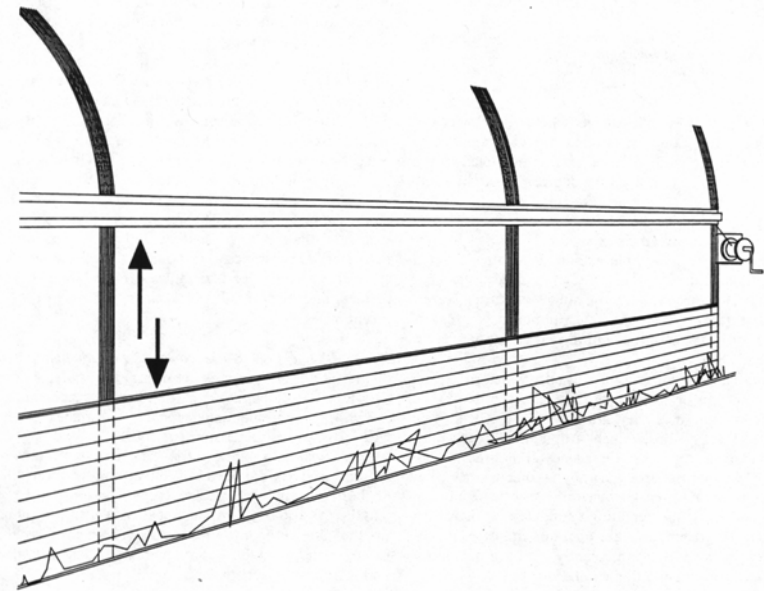
- L'ouvrant doit ouvrir du côté nord
- La hauteur de la serre est importante
 - permet à l'air froid de se mélanger
- Pas de limite de longueur de serre
- Pas de coût d'utilisation
- Parfois des problèmes de neige dans les gouttières

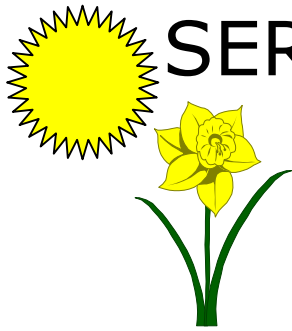
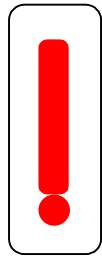


SERRE VENTILATION NATURELLE PAR LE CÔTÉ

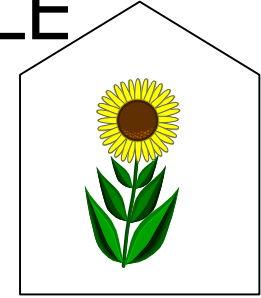


- Pour une utilisation tardive
- Peut combiner avec ventilation forcée (mais pas en même temps)
 - 1er et 2e niveau forcée; après ouvrant latéral
- Efficacité limitée
- Étanchéité pas toujours satisfaisante

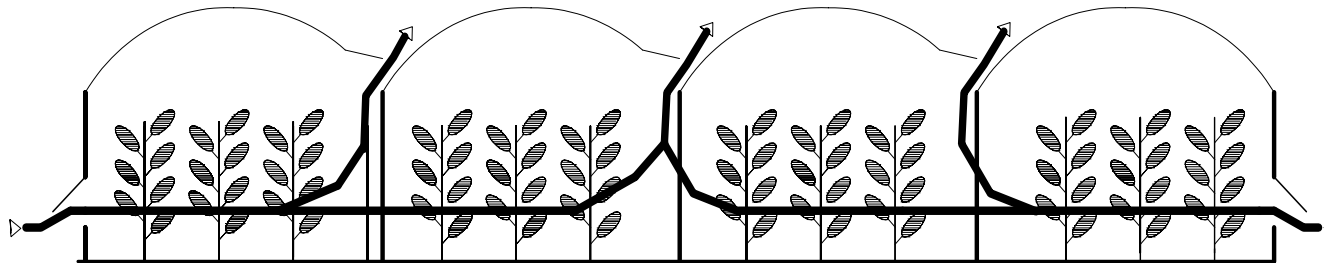


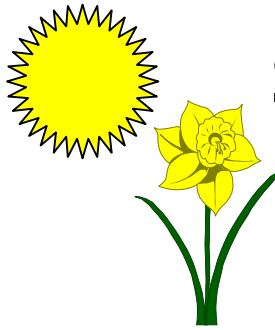
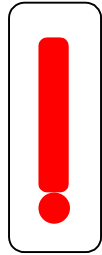


SERRE VENTILATION NATURELLE **PAR LE TOIT ET LE CÔTÉ**

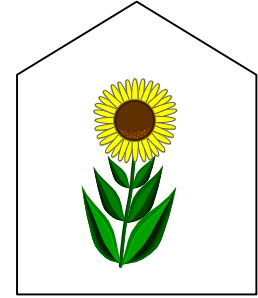


- Excellente combinaison
- Augmente l'efficacité de l'ouvrant de toit
- Effet limitée à 2 chapelles
- Possibilité de modulation de la ventilation
- Avec écran thermique ombrageant, permet d'empêcher que la chaleur revienne sur les plants.

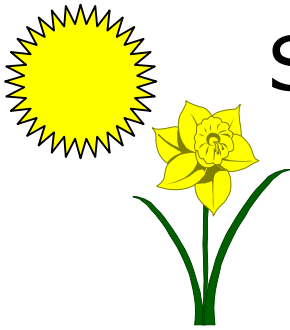




SERRE REFROIDISSEMENT **MOUSTIQUAIRES**

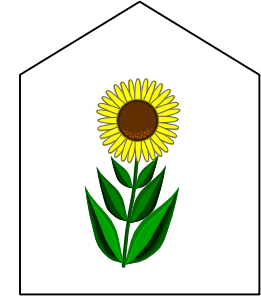


- Limité à la ventilation forcée
- Réduit le débit des ventilateurs
- Colmatage assez rapide (poussières et insectes)
- On doit augmenter la surface d'entrée d'air de 3 à 5 fois



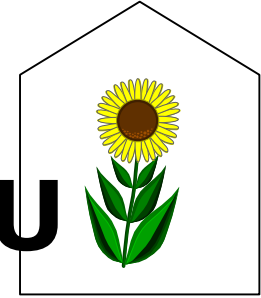
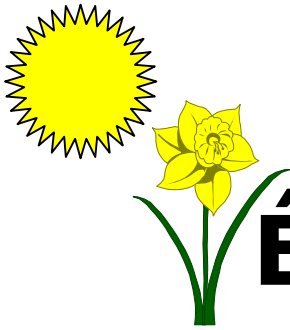
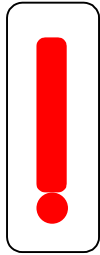
SERRE REFROIDISSEMENT

L'OMBRAGE

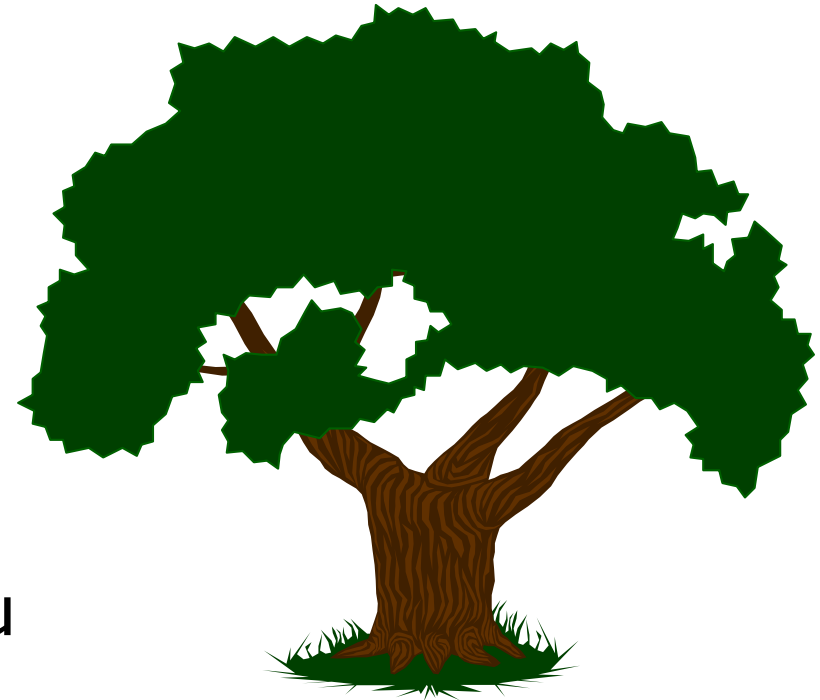


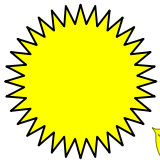
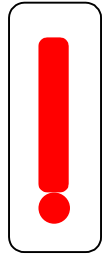
- Réduit la charge thermique du soleil
- Extérieur : ombrière
 - semi-permanent : peut-être enlevé au besoin
- Liquide à ombrager
 - permanent : s'enlève avec la neige ou à la brosse!
 - Possibilité d'ajuster (à la hausse) l'ombrage
- Intérieur : écran thermique et ombrageant
 - très versatile

SERRE REFROIDISSEMENT PAR ÉVAPORATION D'EAU

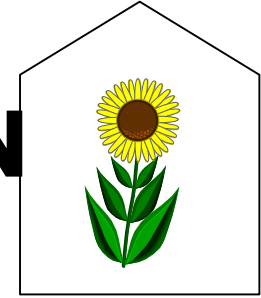


- Effet refroidissant de l'évaporation de l'eau ($\sim 650 \text{Wh/Kg}$)
- Augmentation de l'humidité relative
- Doit maintenir une ventilation minimale
- Ne doit pas avoir d'eau sur les plantes
- Effet si l'air est sec

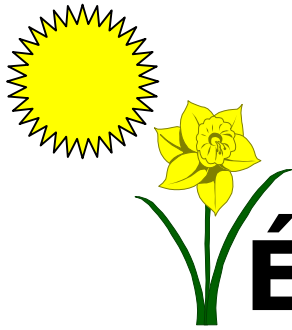




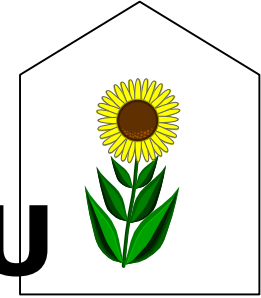
SERRE REFROIDISSEMENT **MICRO-BRUMISATION** (« *FOG* »)



- Gouttelettes très fines (< 10 microns)
- Restent en suspension dans l'air
- Système à haute pression d'eau
 - entretien régulier
 - qualité d'eau excellente : particules et minéraux
- Peut abaisser la température de l'air de 5 à 8°C
- Attention à la gestion!

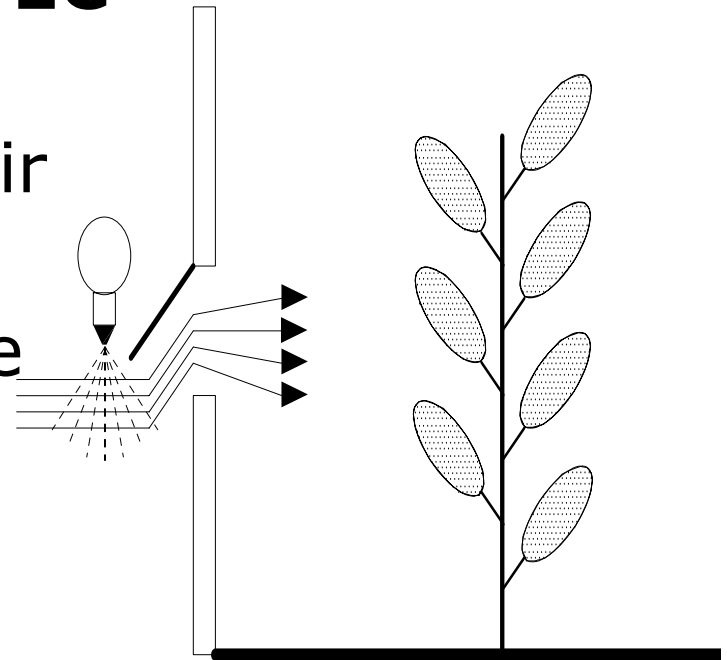


SERRE REFROIDISSEMENT PAR ÉVAPORATION D'EAU

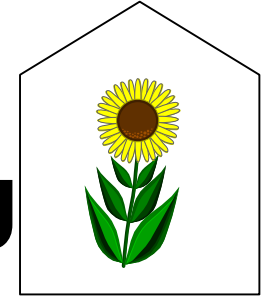
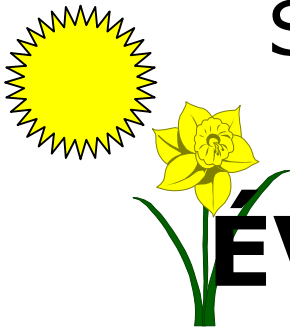


- **AUTRES MÉTHODES DE REFROIDISSEMENT AVEC L'EAU**

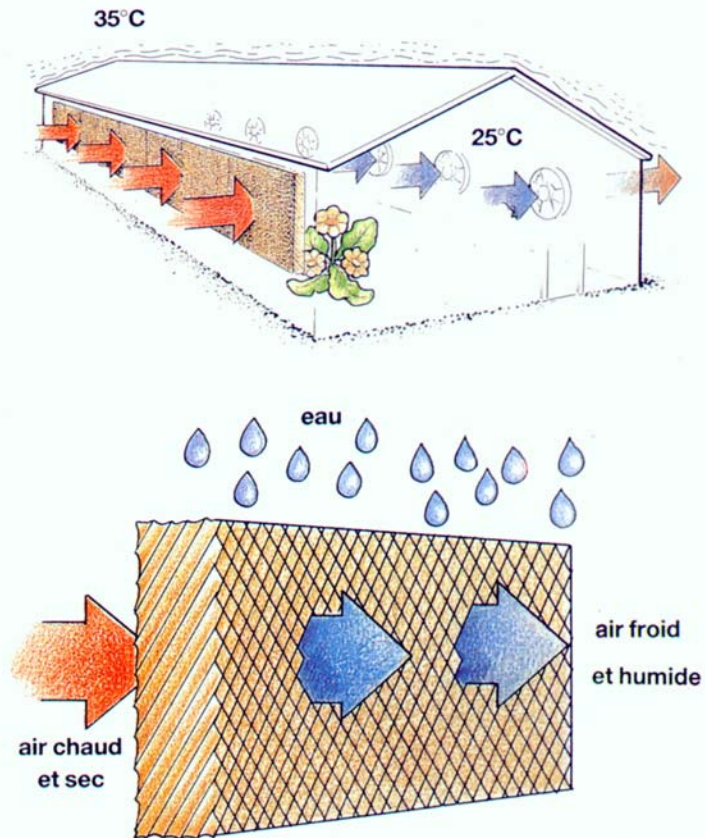
- Brumisation à l'entrée d'air
- Toujours arrêter les systèmes 1 heure avant le coucher du soleil!



SERRE REFROIDISSEMENT PAR ÉVAPORATION D'EAU



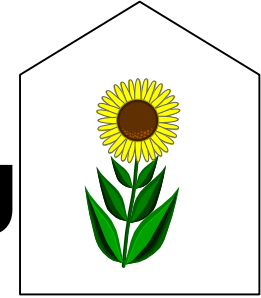
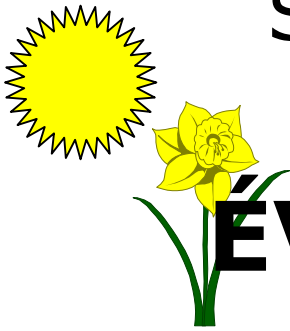
- « **Cooling Pad** »
 - Peu utilisé ici (E.U.)



SERRE REFROIDISSEMENT

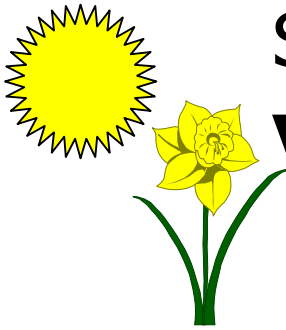
PAR

ÉVAPORATION D'EAU

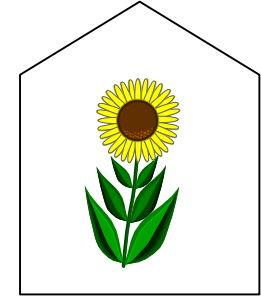


- Pulvérisation d'eau au sol
 - Sur gravier
 - Avec ventilation





SERRE REFROIDISSEMENT VENTILATION DE RECIRCULATION



- Système « HAF »
 - ensemble de petits ventilateurs
 - faible vitesse de l'air au niveau des plantes (0.25 à 1 m/s)
- NE REFROIDIT PAS L'AIR DE LA SERRE !
- Simplement pour recirculer l'air dans la serre

Serre D (ita)

