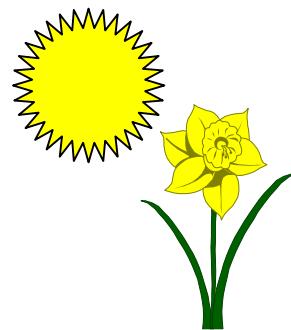
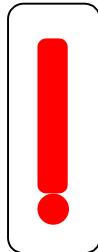


# **VENTILATION et REFROIDISSEMENT DES SERRES**

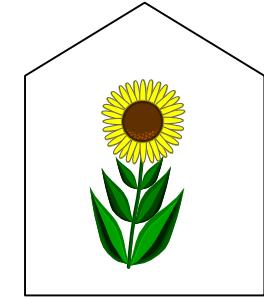
**Par Jean-Marc Boudreau  
Février 2004**



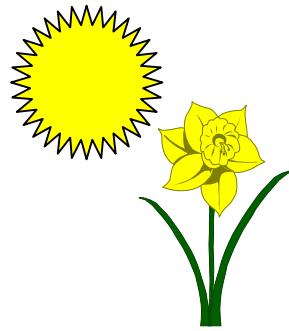
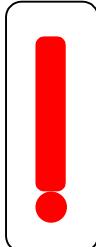
- Ventilation
- Ombrage
- Refroidissement par évaporation d'eau
- Possibilité de combinaison



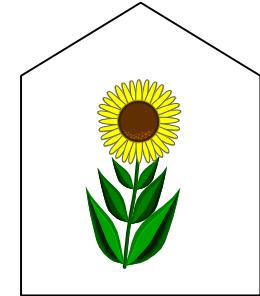
# SERRE REFROIDISSEMENT **TEMPÉRATURES ÉLEVÉES**



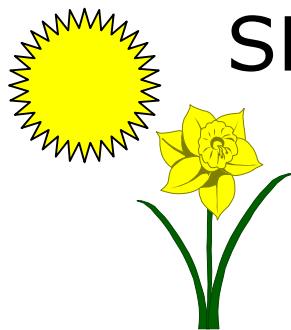
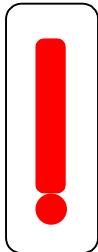
- **EFFET DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES**
- Le réchauffement est dû au soleil
  - à peu près 3 fois la charge de chauffage
- Baisse de l'humidité relative
- Limitation de l'apport d'eau
- Destruction des composantes cellulaires



# SERRE REFROIDISSEMENT **VENTILATION**



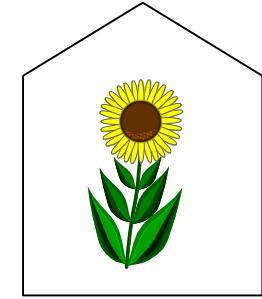
- Ventilation forcée
  - utilise des ventilateurs d'extraction
  - et des entrées d'air
- Ventilation naturelle
  - utilise l'effet du vent
- Système combiné
  - Non simultanément



# SERRE REFROIDISSEMENT

# **VENTILATION**

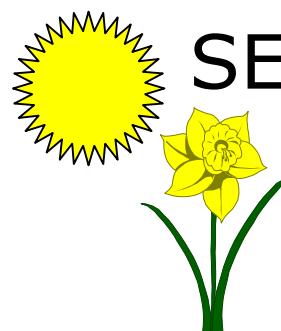
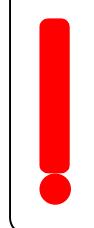
# **FORCÉE**



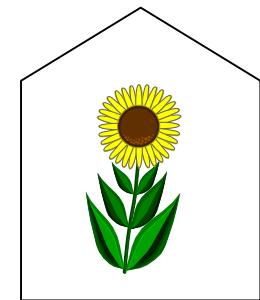
- Ventilateurs d'extraction à grands débits
- Limites
  - longueur max des serres : 45 m
  - risque: panne de courant
  - investissement; coût d'électricité
- 3 ou 4 niveau de ventilation
- Débit maximum visée :  $3 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$



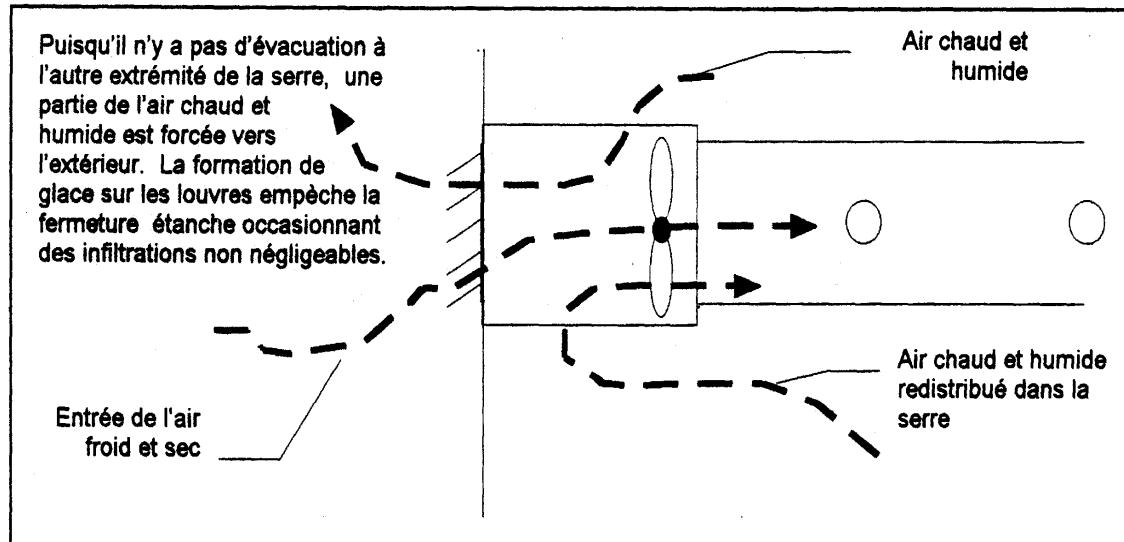
- **1<sup>er</sup> NIVEAU DE VENTILATION : HIVER**
- Environ  $0.3\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2\text{s}$  ( 10% du max)
- Par Fan-jet
  - Fan-jet : entrée d'air froid avec mélange d'air chaud intérieur
  - option: ventilateur de sortie d'air chaud
    - ( max 50 à 60 % de la capacité du Fan-jet)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

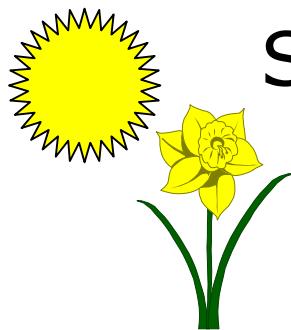


# SERRE VENTILATION FORCÉE HIVER FAN-JET

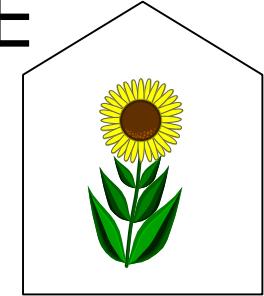


- Danger de gel des volets en hiver
- Présence du tube encombrant

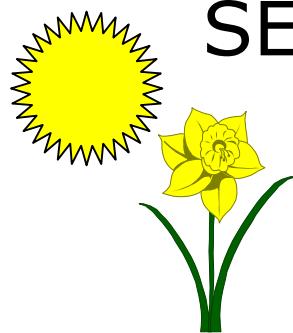
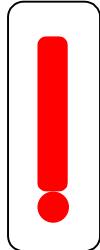




# SERRE VENTILATION FORCÉE **HIVER**



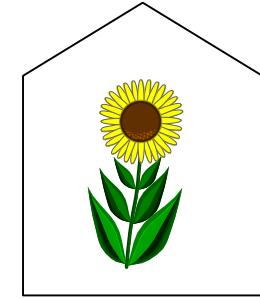
- **Par pression positive**
  - force l'entrée d'air froid à haute vitesse
  - Débit de 0.3 à 0.6m<sup>3</sup>/min-m<sup>2</sup>s
  - doit permettre de mélanger l'air froid et l'air chaud avant de retomber sur les plantes
  - souvent des effets indésirables
  - Pas encombrant



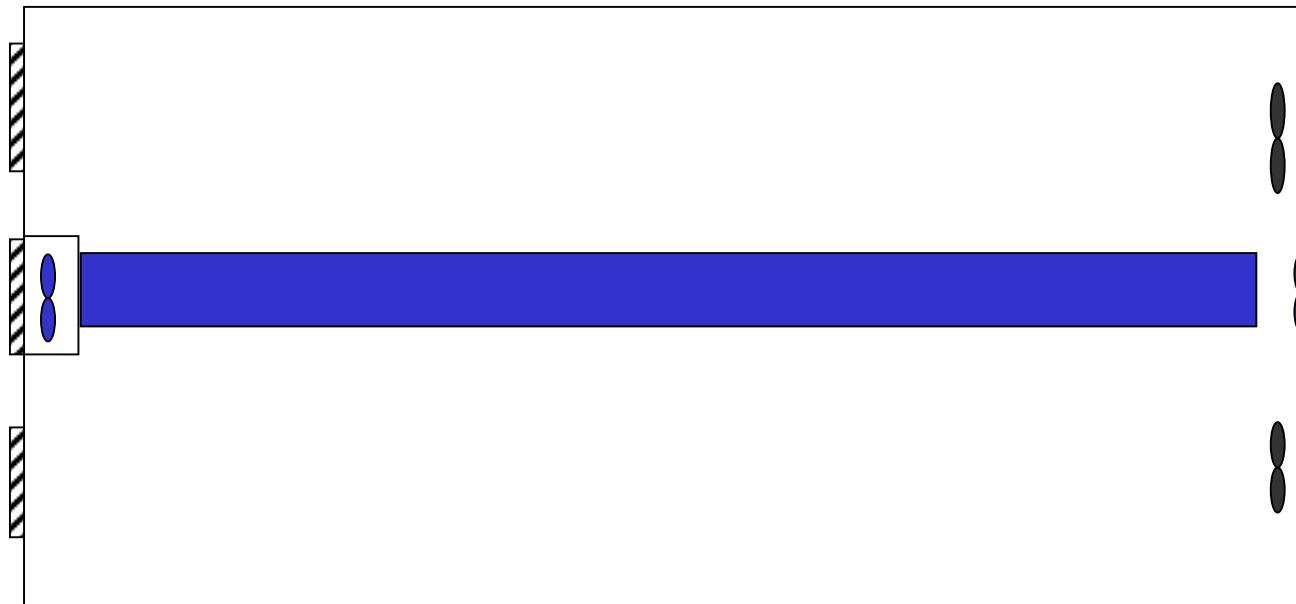
# SERRE VENTILATION FORCÉE

## **HIVER**

### **exemple**



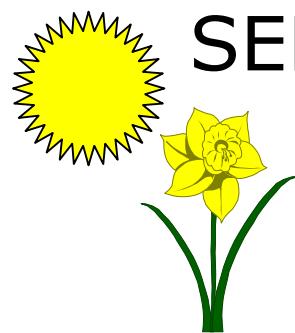
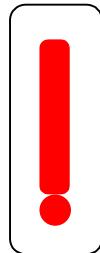
- Serre de 9 m par 30 m (270 m<sup>2</sup>)
- Fan-jet :  $0.3\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2\text{s} \times 270 \text{ m}^2 = \dots$
- ventilateur extraction =  $0.5 \times \dots = \dots$



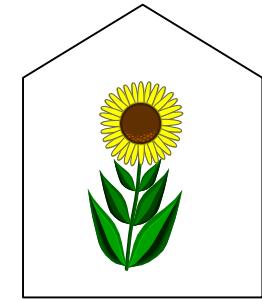


# SERRE VENTILATION FORCÉE **PRINTEMPS**

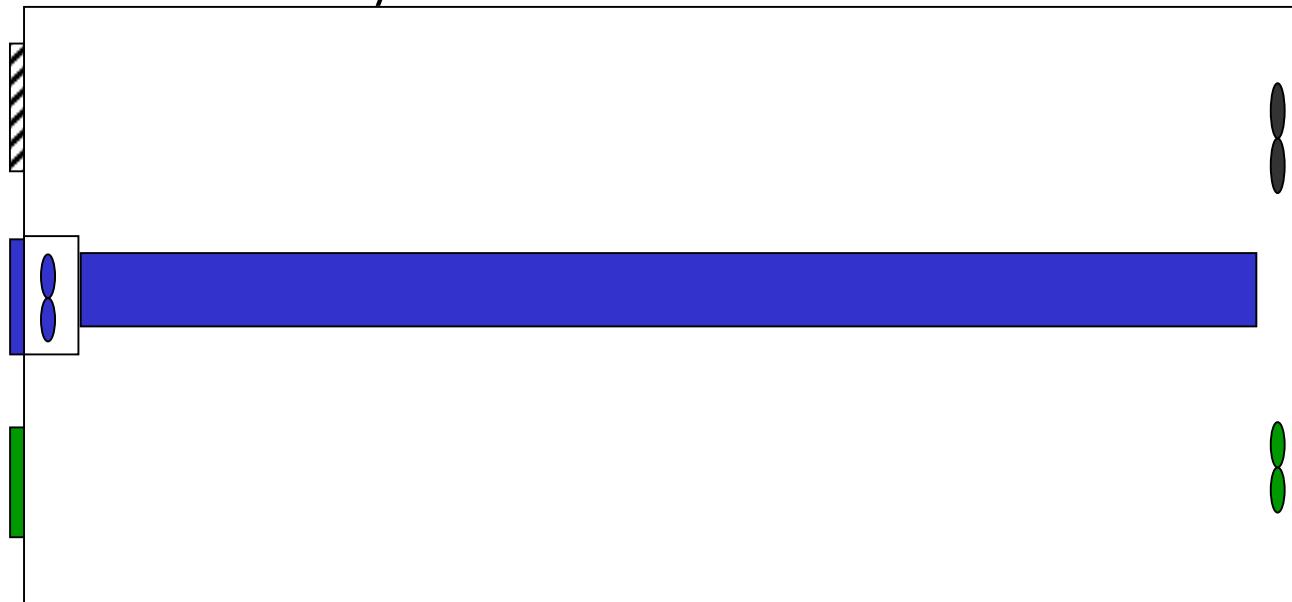
- **2<sup>e</sup> NIVEAU DE VENTILATION : PRINTEMPS**
- Ventilateur d'extraction de 1 à 1.5  $\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2$
- Peut être la première vitesse d'un ventilateur à 2 vitesses
- Surface d'entrée d'air pour une vitesse d'entrée maximale de 4m/s (800 pi/min)
- Où surface d'entrée d'air d'environ 0.6 à 1% de la surface de plancher de la serre

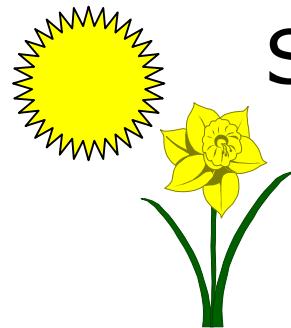
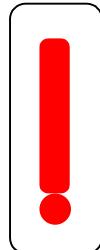


# SERRE VENTILATION FORCÉE PRINTEMPS exemple

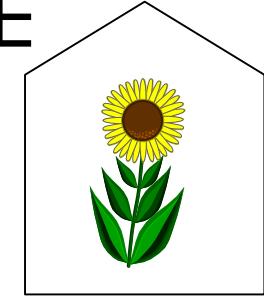


- Serre de 9 m par 30 m (270 m<sup>2</sup>)
- Ventilateur extraction :  $1\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s} \times 270 \text{ m}^2 = \dots \text{m}^3/\text{min}$
- Entrée d'air:  $0.6/100 \times 270 \text{ m}^2 = \dots$

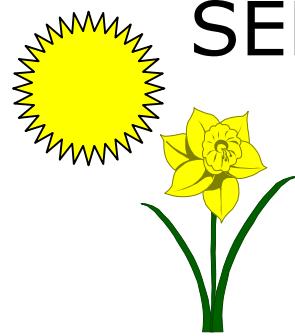
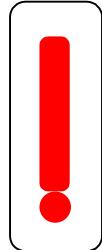




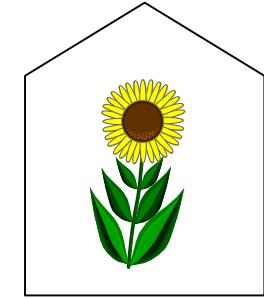
# SERRE VENTILATION FORCÉE ÉTÉ



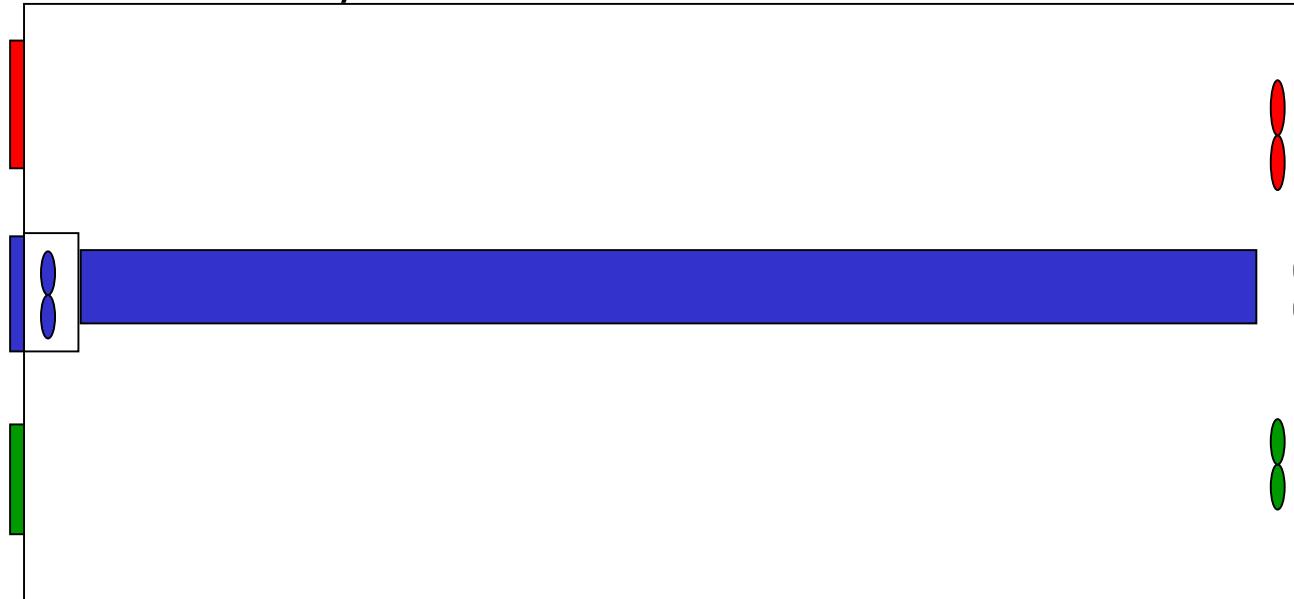
- **3<sup>e</sup> NIVEAU DE VENTILATION : ÉTÉ**
- Ventilateur d 'extraction de 1.5 à 2 m<sup>3</sup>/min-m<sup>2</sup>s
- Pour atteindre un débit total d'environ 3m<sup>3</sup>/min-m<sup>2</sup>s
- Peut être la deuxième vitesse d'un ventilateur à 2 vitesse
- Pour atteindre une surface totale d'entrée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

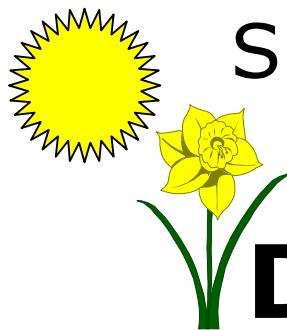
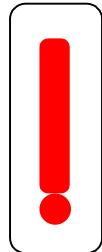


# SERRE VENTILATION FORCÉE ÉTÉ exemple



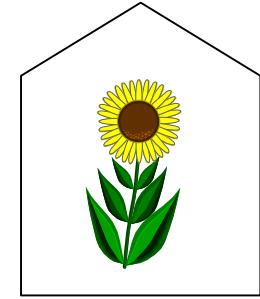
- Serre de 9 m par 30 m (270 m<sup>2</sup>)
- Ventilateur extraction :  $2\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s} \times 270 \text{ m}^2 = \dots \text{m}^3/\text{min}$
- Entrée d'air:  $1/100 \times 270 \text{ m}^2 = \dots$



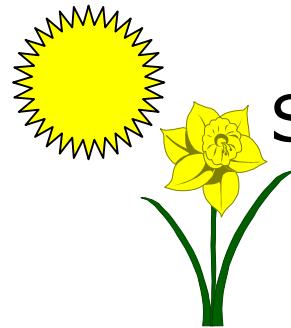
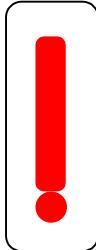


# SERRE VENTILATION FORCÉE

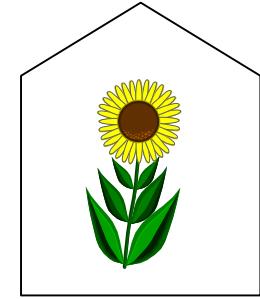
## POSITION DES ÉQUIPEMENTS



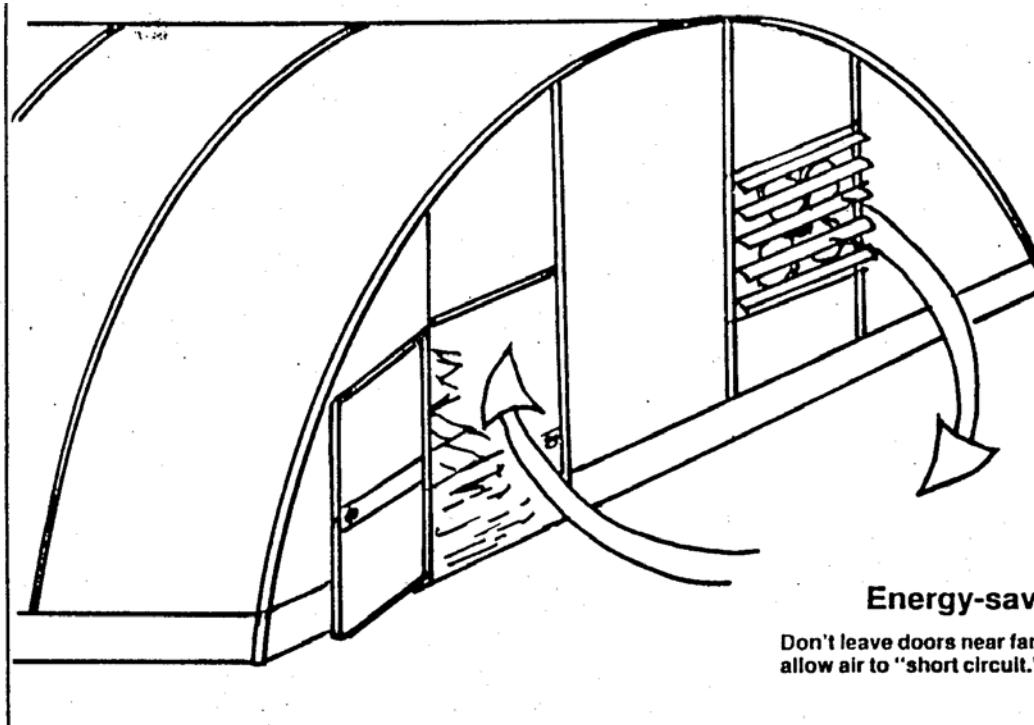
- Ventilateurs
  - Du côté opposé aux vents dominants
  - hauteur et position ont peu d'importance
  - très peu d'influence sur les plantes
- Entrées d'air
  - ouvrant continue ou volets distincts
  - répartie sur la largeur de la serre
  - à la hauteur des plantes
  - au moins 1/3 automatique



# SERRE VENTILATION FORCÉE LA GESTION A SA PLACE

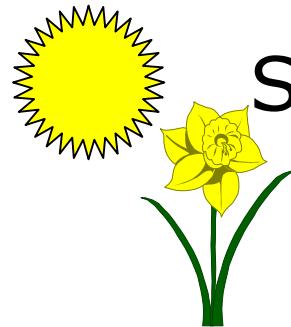


- Ventilation avec la porte ouverte !!!!!!!!

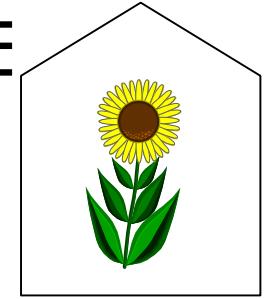


## Energy-saving hint

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



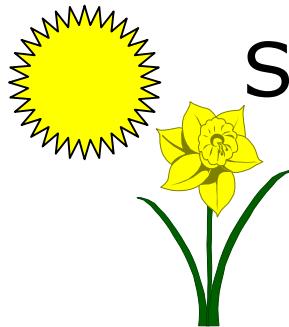
# SERRE VENTILATION FORCÉE LES ÉQUIPEMENTS



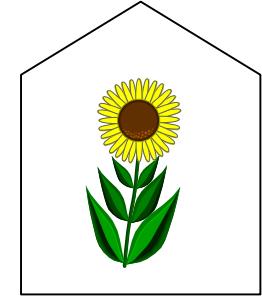
Pour brasser de l'air en grand!



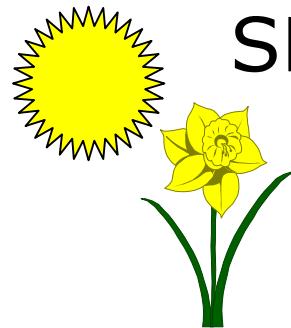
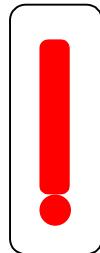
VENTILATION et  
REFROIDISSEMENT DES SERRES



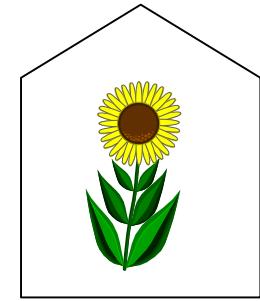
# SERRE REFROIDISSEMENT VENTILATION NATURELLE



- 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  $T^{\circ} < -5 \text{ à } -15^{\circ}\text{C}$

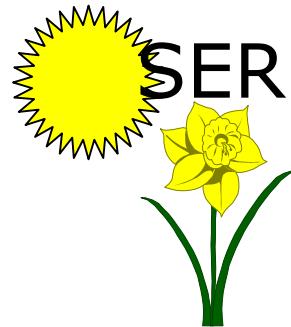


# SERRE REFROIDISSEMENT VENTILATION NATURELLE

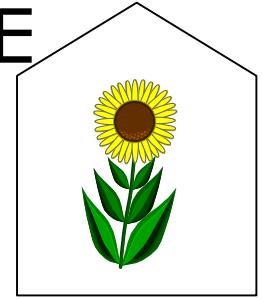


- À propos de l'effet de cheminée

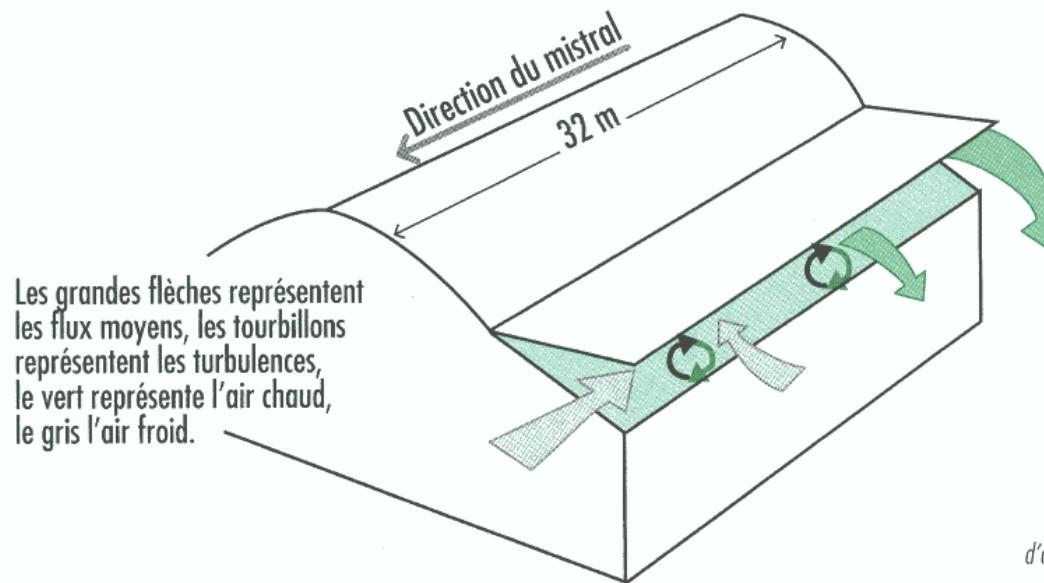
Temp. °F	Temp. Ratio	Density Lb./Cu. Ft.	Specific Gravity	Specific Volume Cu. Ft./Lb.	Specific				
					360	370	380	390	400
-60	.7547	.09938	1.325	10.06					
-40	.7925	.09464	1.262	10.57					
-30	.8113	.09244	1.233	10.82					
-20	.8302	.09034	1.205	11.07					
-10	.8491	.08833	1.178	11.32					
0	.8679	.08641	1.152	11.57					
20	.9057	.08281	1.104	12.08					
40	.9434	.07950	1.060	12.58					
60	.9811	.07644	1.019	13.08					
70	1.000	.07500	1.000	13.33					
80	1.019	.07361	.981	13.58					
90	1.038	.07227	.964	13.84					
100	1.057	.07098	.946	14.09					
110	1.075	.06974	.930	14.34					

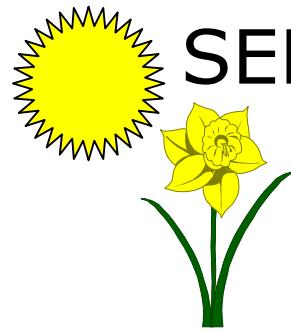
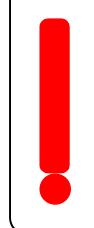


# SERRE VENTILATION NATURELLE PAR LE TOIT

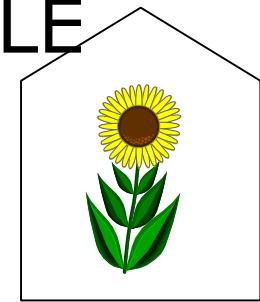


- Effet d'aspiration du vent
- Pas d'effet de cheminée ( air chaud)
- Air entre et sort par le même ouvrant

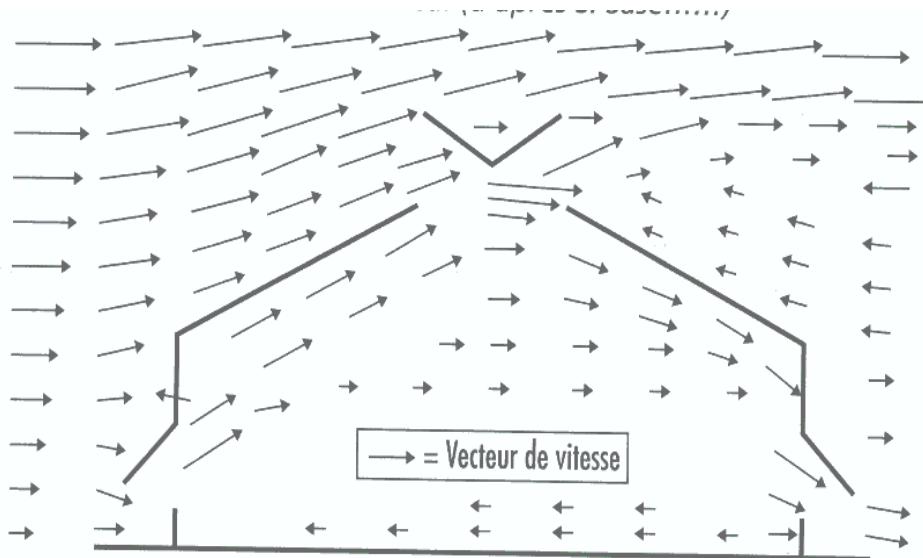




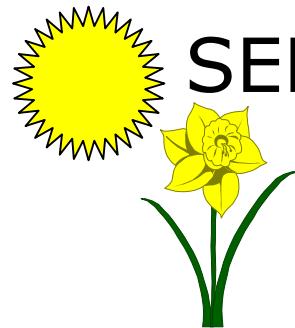
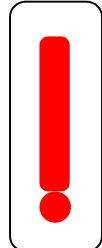
# SERRE VENTILATION NATURELLE PAR LE TOIT



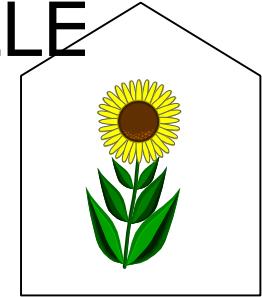
- La position de l'ouvrant n'a que peu d'effet sur la quantité de ventilation
- Ouvrants à la gouttière, à mi-hauteur, au faîte ou alternées



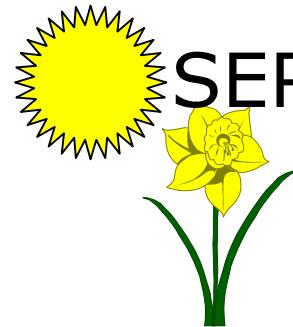
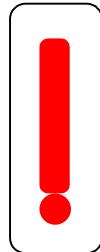
$V$  = vitesse du vent de référence à 10 m



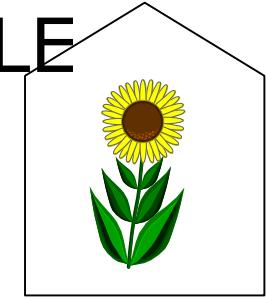
# SERRE VENTILATION NATURELLE PAR LE TOIT



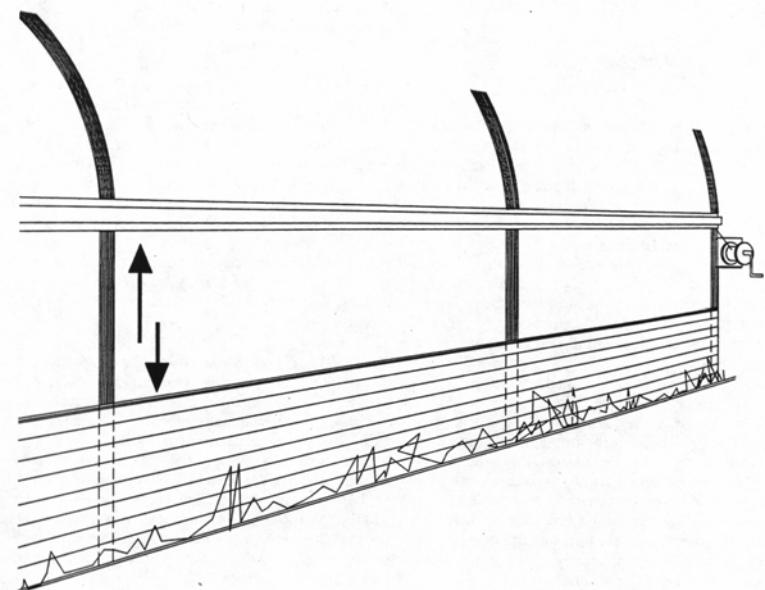
- L'ouvrant doit ouvrir du côté nord
- La hauteur de la serre est importante
  - permet à l'air froid de se mélanger
- Pas de limite de longueur de serre
- Pas de coût d'utilisation
- Parfois des problèmes de neige dans les gouttières

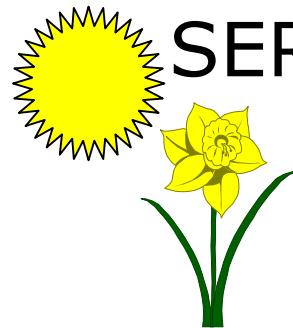
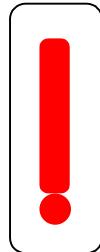


# SERRE VENTILATION NATURELLE PAR LE CÔTÉ

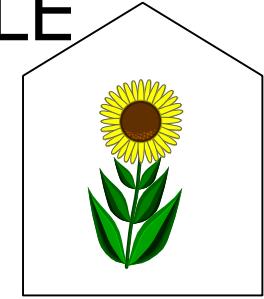


- Pour une utilisation tardive
- Peut combiner avec ventilation forcée ( mais pas en même temps)
  - 1er et 2e niveau forcée; après ouvrant latéral
- Efficacité limitée
- Étanchéité pas toujours satisfaisante

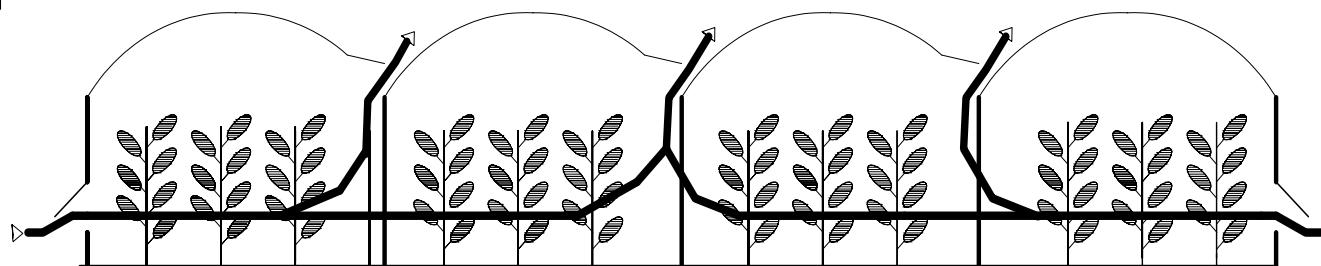


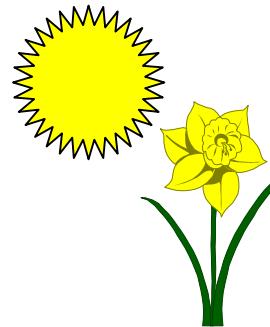
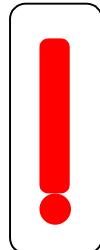


# SERRE VENTILATION NATURELLE PAR LE TOIT ET LE CÔTÉ

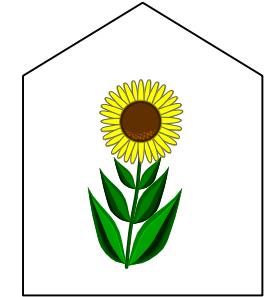


- Excellente combinaison
- Augmente l'efficacité de l'ouvrant de toit
- Effet limitée à 2 chapelles
- Possibilité de modulation de la ventilation
- Avec écran thermique ombrageant, permet d'empêcher que la chaleur revienne sur les plants.

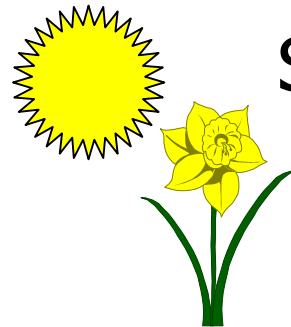
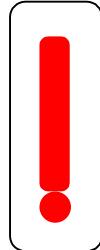




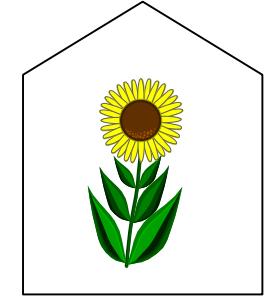
# SERRE REFROIDISSEMENT **MOUSTIQUAIRES**



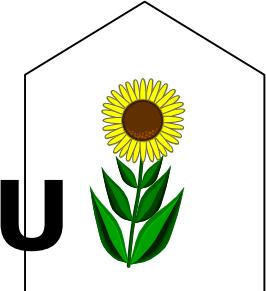
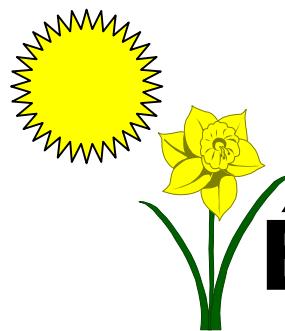
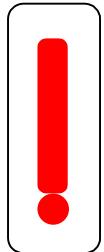
- Limité à la ventilation forcée
- Réduit le débit des ventilateurs
- Colmatage assez rapide (poussières et insectes)
- On doit augmenter la surface d'entrée d'air de 3 à 5 fois



# SERRE REFROIDISSEMENT **L'OMBRAJE**

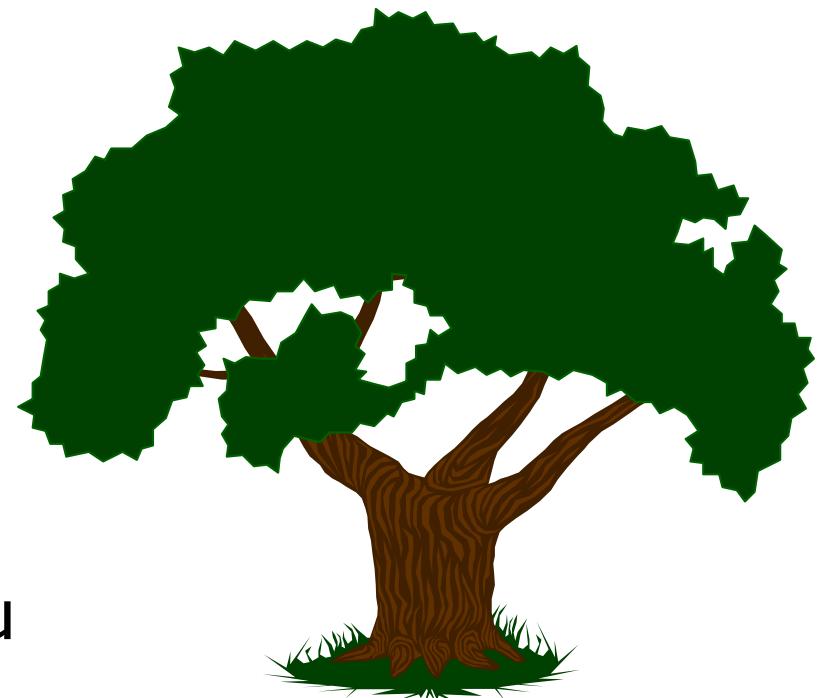


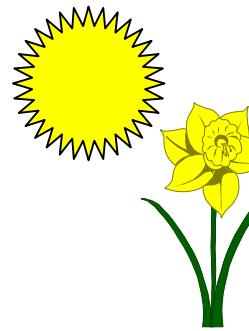
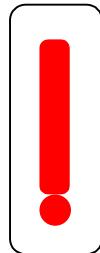
- Réduit la charge thermique du soleil
- Extérieur : ombrière
  - semi-permanent : peut-être enlevé au besoin
- Liquide à ombrager
  - permanent : s'enlève avec la neige ou à la brosse!
  - Possibilité d'ajuster ( à la hausse) l'ombrage
- Intérieur : écran thermique et ombrageant
  - très versatile



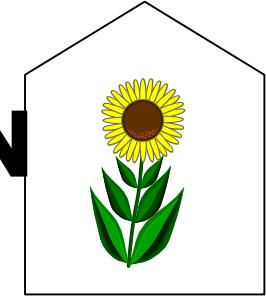
# SERRE REFROIDISSEMENT PAR ÉVAPORATION D'EAU

- Effet refroidissant de l'évaporation de l'eau (~650Wh/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

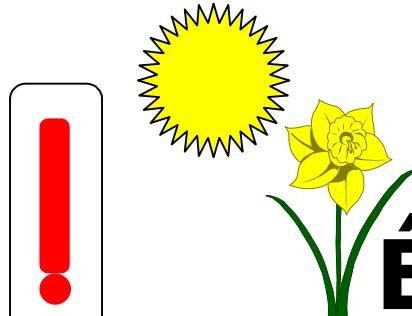




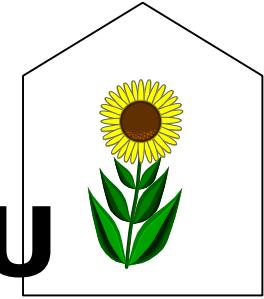
# SERRE REFROIDISSEMENT **MICRO-BRUMISATION** (« *FOG* »)



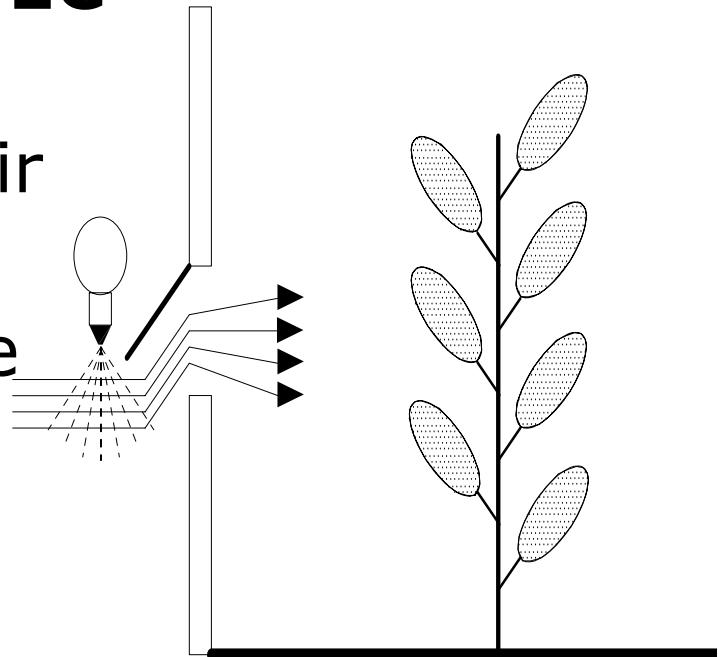
- Gouttelettes très fines ( < 10 microns)
- Restent en suspension dans l'air
- Système à haute pression d'eau
  - entretien régulier
  - qualité d'eau excellente : particules et minéraux
- Peut abaisser la température de l'air de 5 à 8°C
- Attention à la gestion!

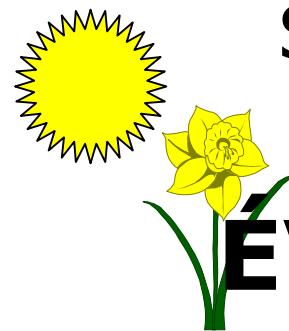
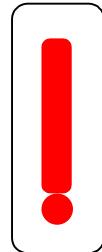


# SERRE REFROIDISSEMENT PAR ÉVAPORATION D'EAU



- **AUTRES MÉTHODES DE REFROIDISSEMENT AVEC L'EAU**
- Brumisation à l'entrée d'air
- Toujours arrêter les systèmes 1 heure avant le coucher du soleil!

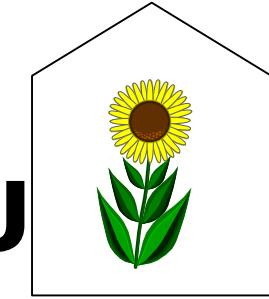




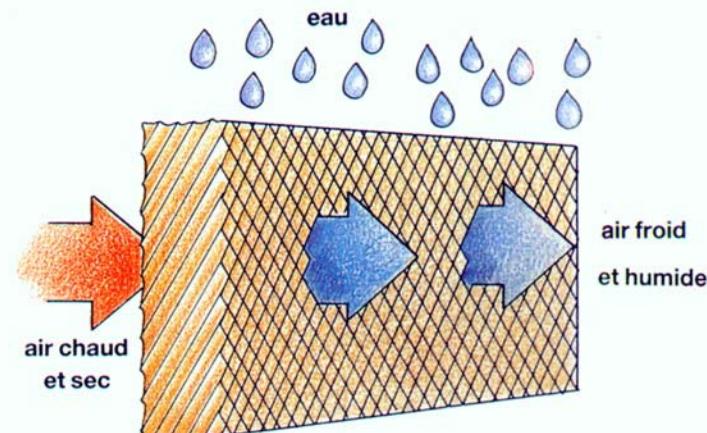
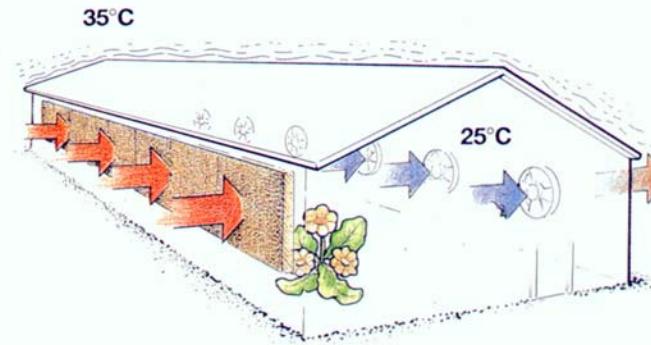
# SERRE REFROIDISSEMENT

## PAR

# ÉVAPORATION D'EAU



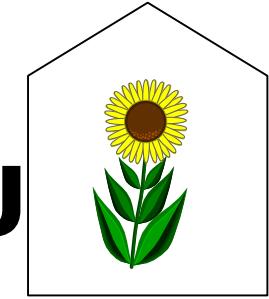
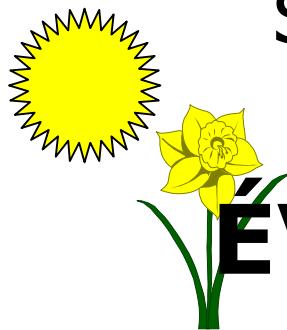
- « *Cooling Pad* »
  - Peu utilisé ici ( E.U.)



# SERRE REFROIDISSEMENT

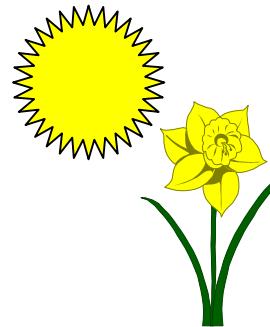
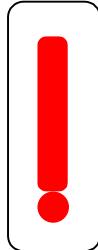
## PAR

# ÉVAPORATION D'EAU

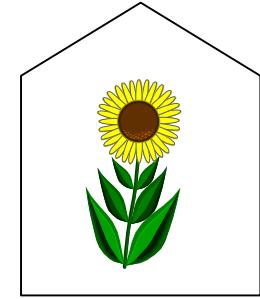


- Pulvérisation d'eau au sol
  - Sur gravier
  - Avec ventilation





# 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)

