



# Improving Greenhouse practices

Philippe-Antoine Taillon, agronome  
Climax Conseils



*Version en français*

# Qui suis-je ?

- Agronome
- **Enseignant** à l'ITA campus La Pocatière
- **Expert-conseil** pour **Climax Conseils**
- Anciennement directeur de production (Demers, Lakeside Produces, Savoura)



# Qui est Climax Conseils ?

- 3 associés
  - 2 agronomes
  - 1 technologue
- 90 producteurs au Québec
  - 1475 m<sup>2</sup>
  - 150 m<sup>2</sup> à 4 ha
  - 52 % régie biologique
  - Maraîchage diversifié
- Encadrement technique
- Gestion de projets
- R.S.D.E.
- Formation



# Qu'est-ce que je suis venu faire au Nouveau Brunswick ?

- Invitation du MAAP, conjointement avec ACORN
- 8 producteurs visités, août 2016
- Expertise technique et conseils
- Conférences ACORN



# Plan de présentation

1. Éléments à améliorer et explications
2. Priorisation des actions
3. Questions



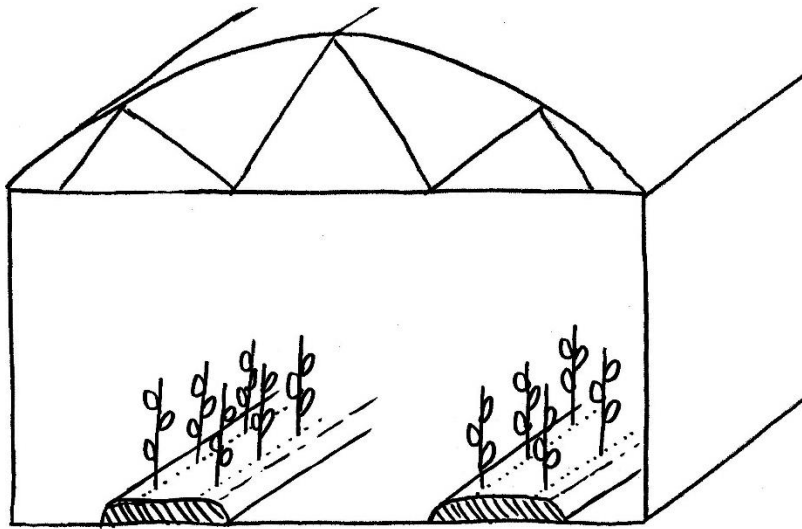
# Plan de présentation et mise en contexte

- Agencement des serres
- Densités des cultures
- Revêtements
- Gestion de l'aération
- Gestion du chauffage
- Pollinisation
- Production de transplants et greffage
- Choix des cultivars
- Gestion de la température
- Gestion des irrigations
- Gestion de la fertilité
- Gestion du travail
- Phytoprotection

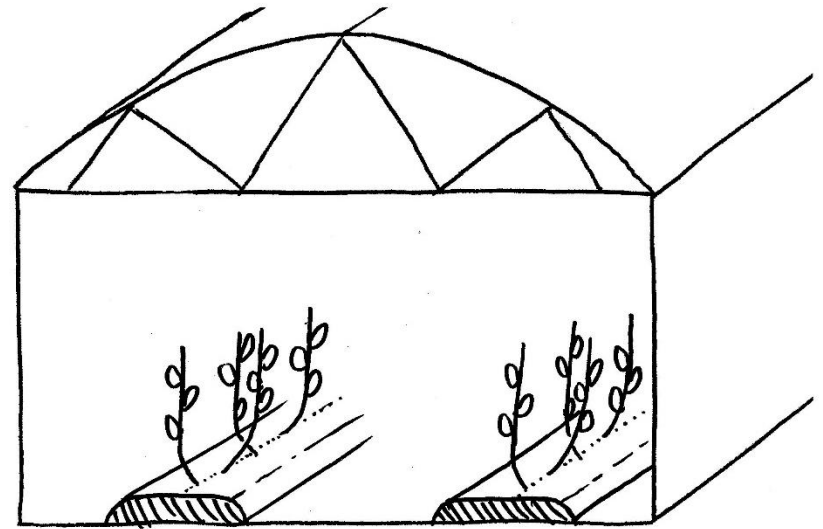


# Agencement des serres

Rangs doubles vs rangs doubles en « V »



2 rangs doubles sur 2 planches



2 rangs doubles en « V » sur 2 planches



# Agencement des serres

Rangs simples vs rangs doubles en « V »

- Avantages des rangs doubles
  - **Plastiques de sol** plus faciles à installer
  - Plus de place pour distribuer la **fertilisation solide**
  - Accroche moins **les fruits dans le bas** des plants
  - Plus facile d'installer les **lignes d'irrigation**
  - Agencement des **plants greffés** plus aisée
  - Plus rapide à la **plantation**

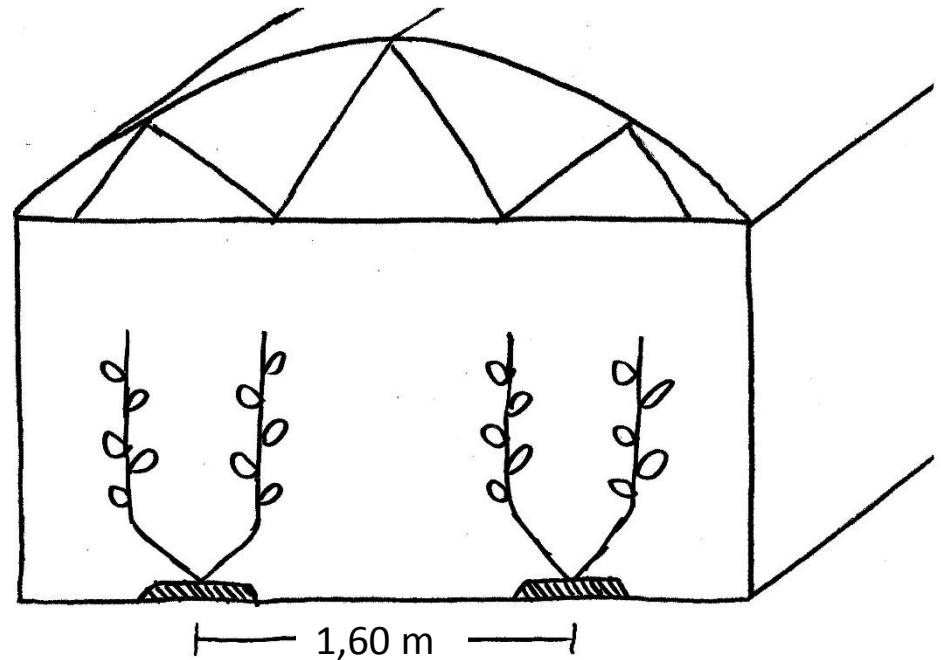




# Agencement des serres

Distance entre les rangs

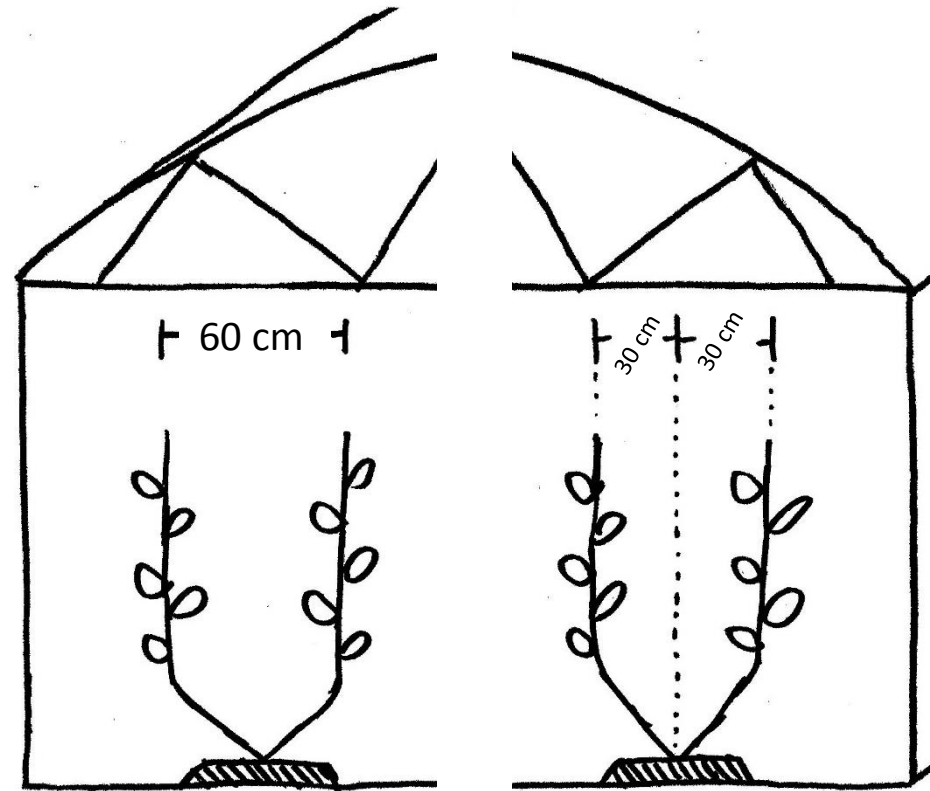
- Mesurée centre-à-centre
  - **160 cm** minimum
  - Meilleur **compromis productivité/travail**
  - Tendence **> 1,60 m**



# Agencement des serres

Rangs doubles en « V » et distance entre les broches

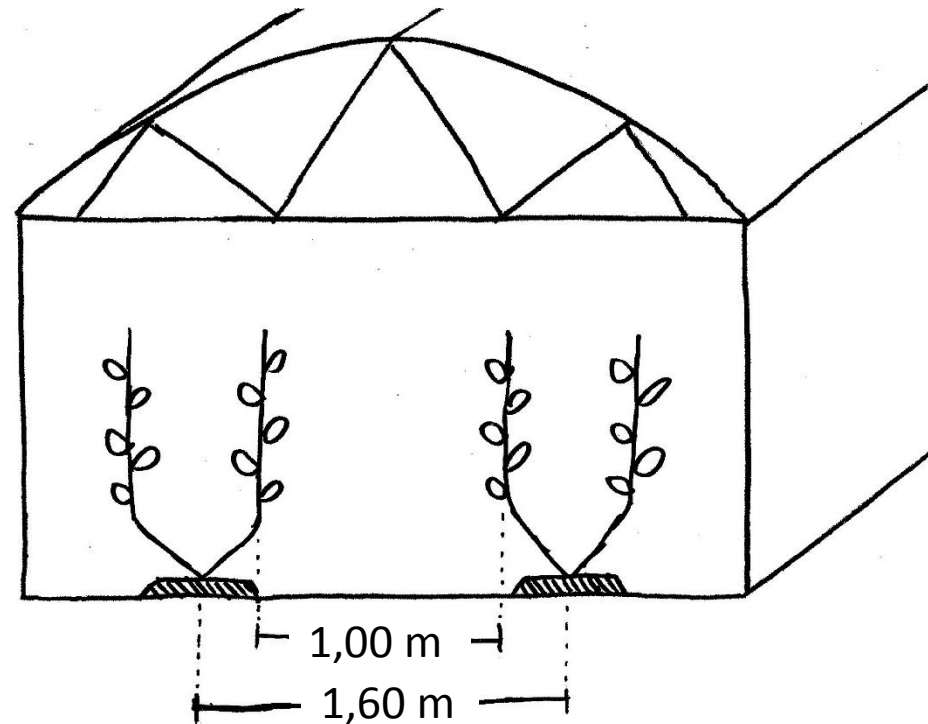
- Rangs simples **et** rangs doubles
  - **60 à 70 cm** maximum
    - 70 cm lorsque les rangs sont espacés >160 cm



# Agencement des serres

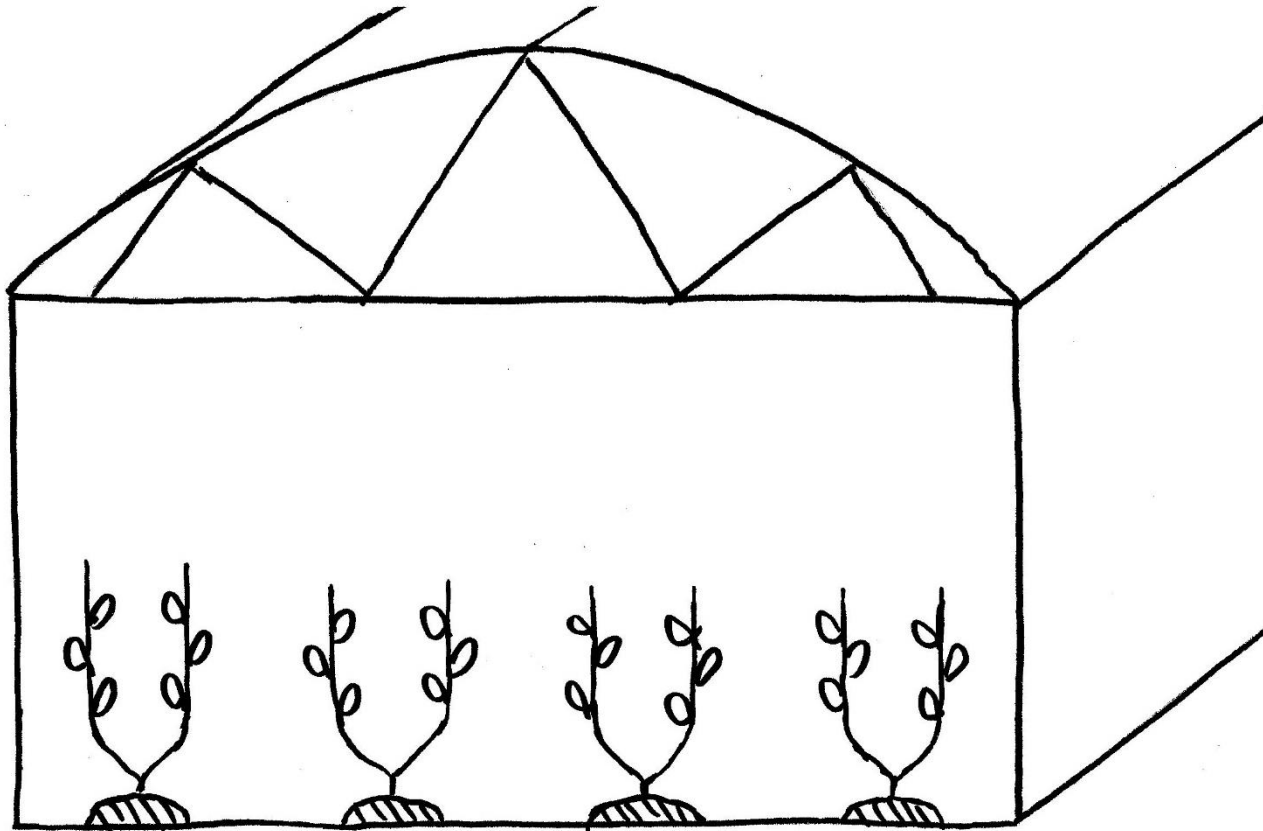
Distance entre les plants

- Espace de travail
  - Laisse **100 cm** pour le travail dans le rang
    - La longueur des feuilles **réduira** cet espace
  - Tendance **> 1,00 m**



# Agencement des serres

Serre de 6,40 m (21') à 4 rangs doubles

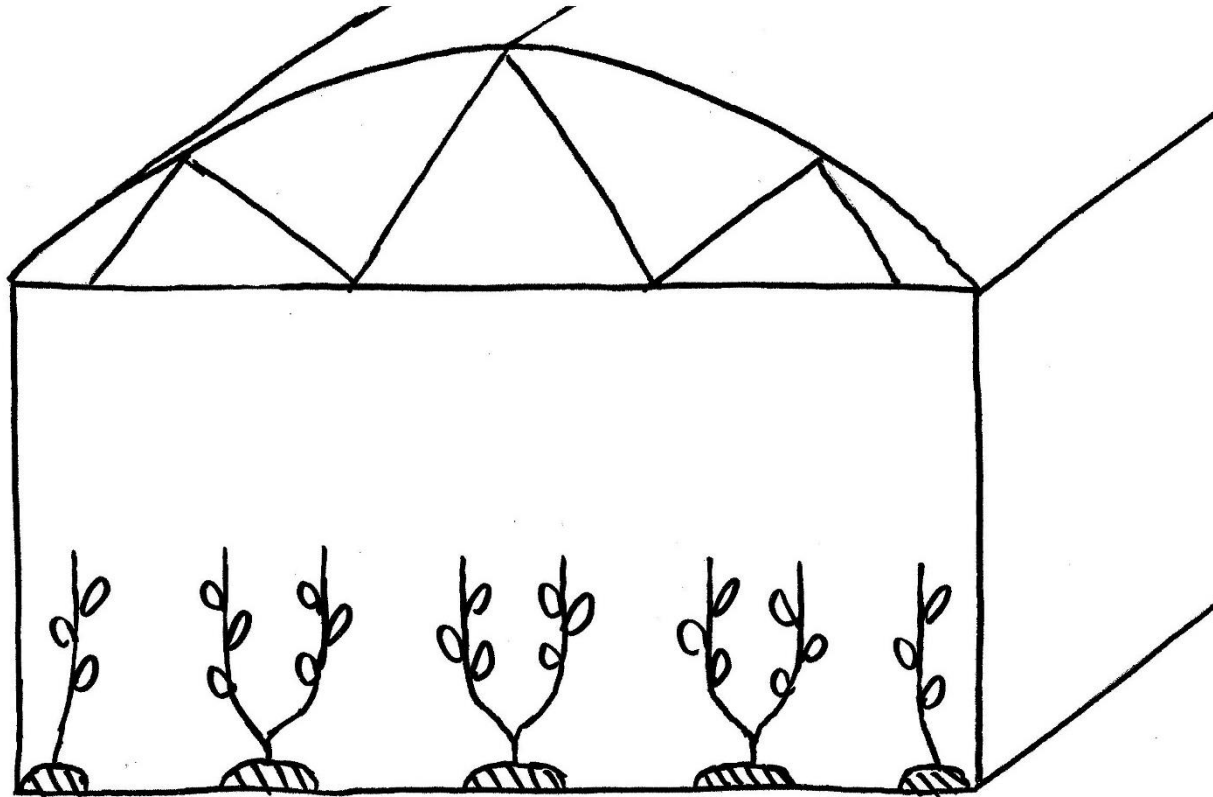


- L'espacement entre les rangs sera = 1,60 m



# Agencement des serres

Serre de 6,40 m (21') à 3 rangs doubles et 2 rangs simples

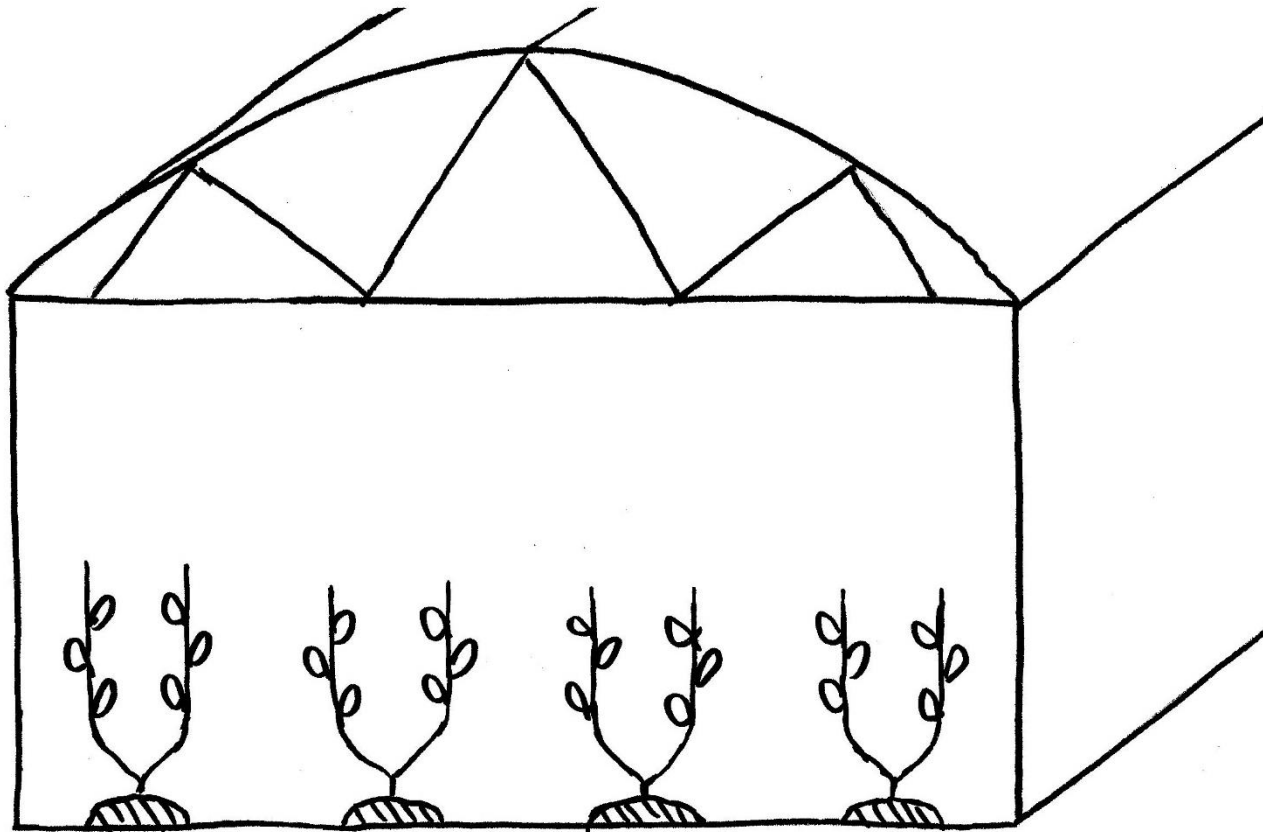


- L'espacement entre les rangs sera < 1,60 m



# Agencement des serres

Serre de 7,31 m (24') à 4 rangs doubles

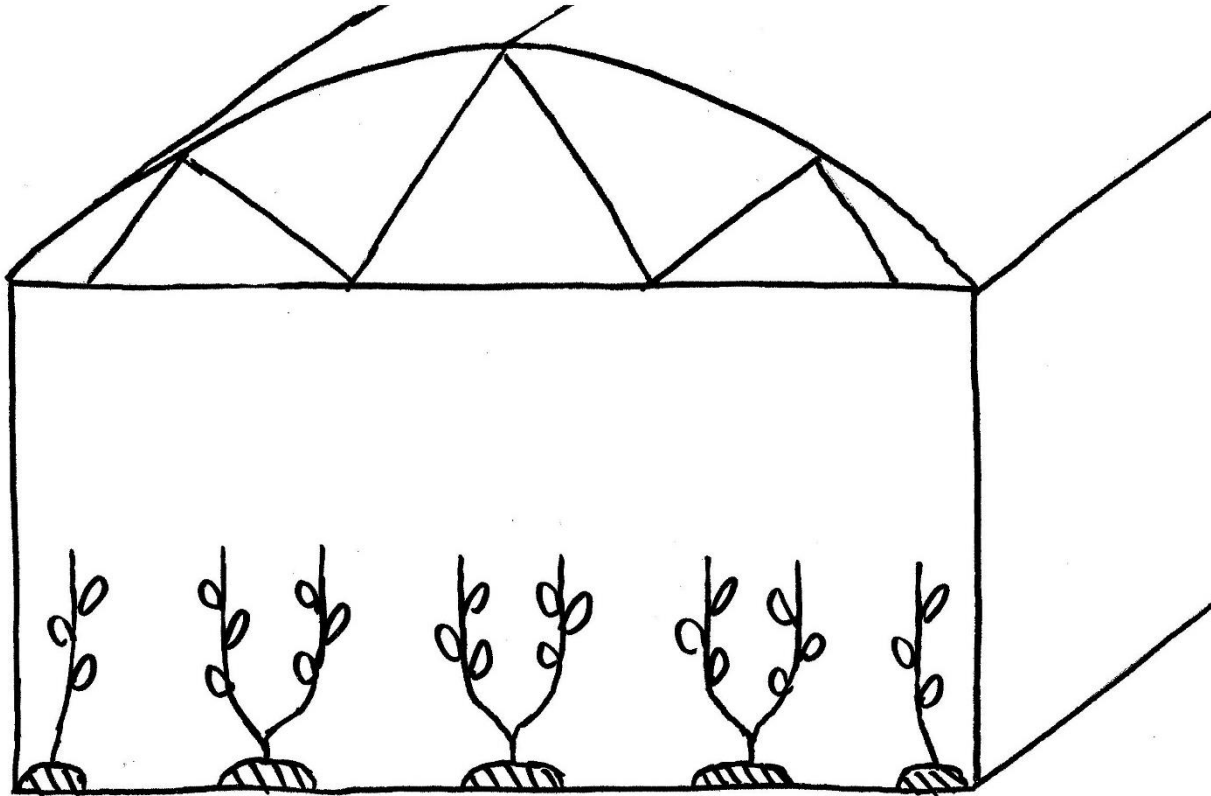


- L'espacement entre les rangs sera = 1,83 m



# Agencement des serres

Serre de 7,31 m (24') à 3 rangs doubles et 2 rangs simples

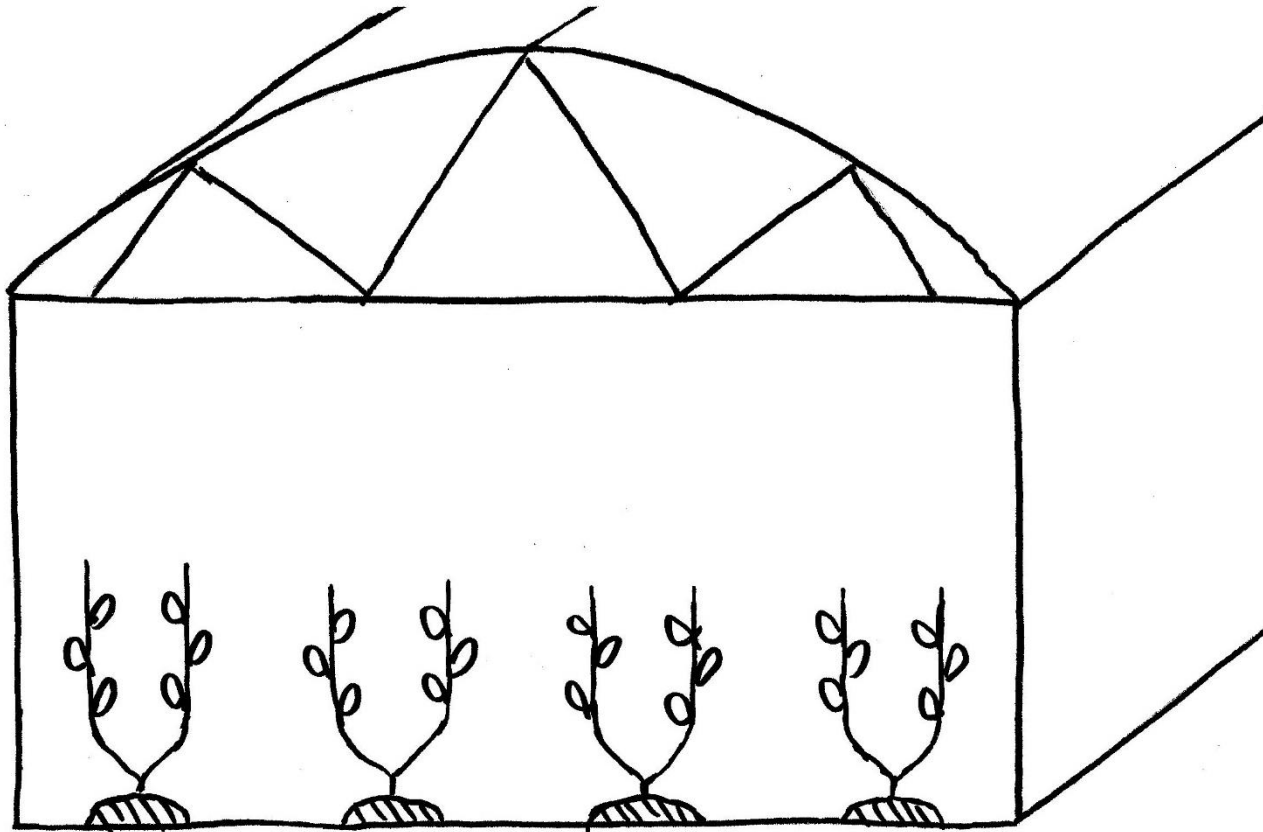


- L'espacement entre les rangs sera < 1,60 m



# Agencement des serres

Serre de 7,62 m (25') à 4 rangs doubles



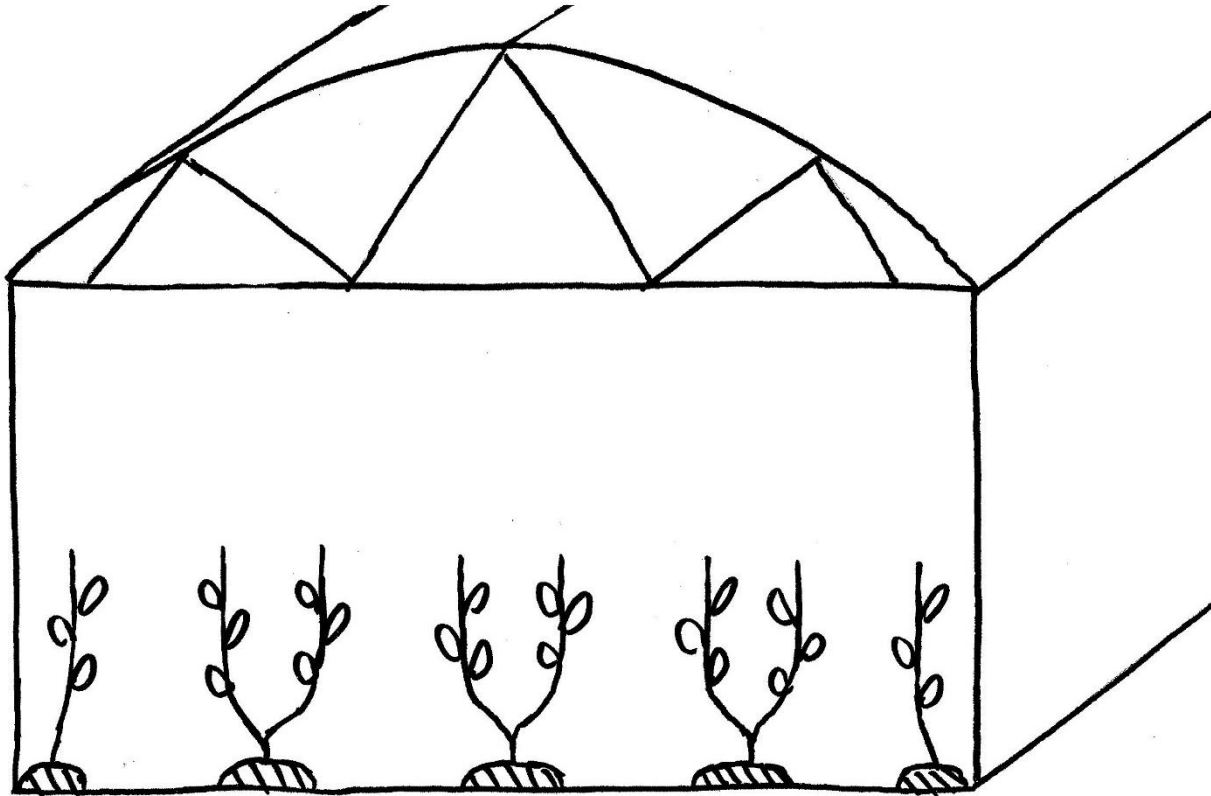
- L'espacement entre les rangs sera = 1,91 m





# Agencement des serres

Serre de 7,62 m (25') à 3 rangs doubles et 2 rangs simples

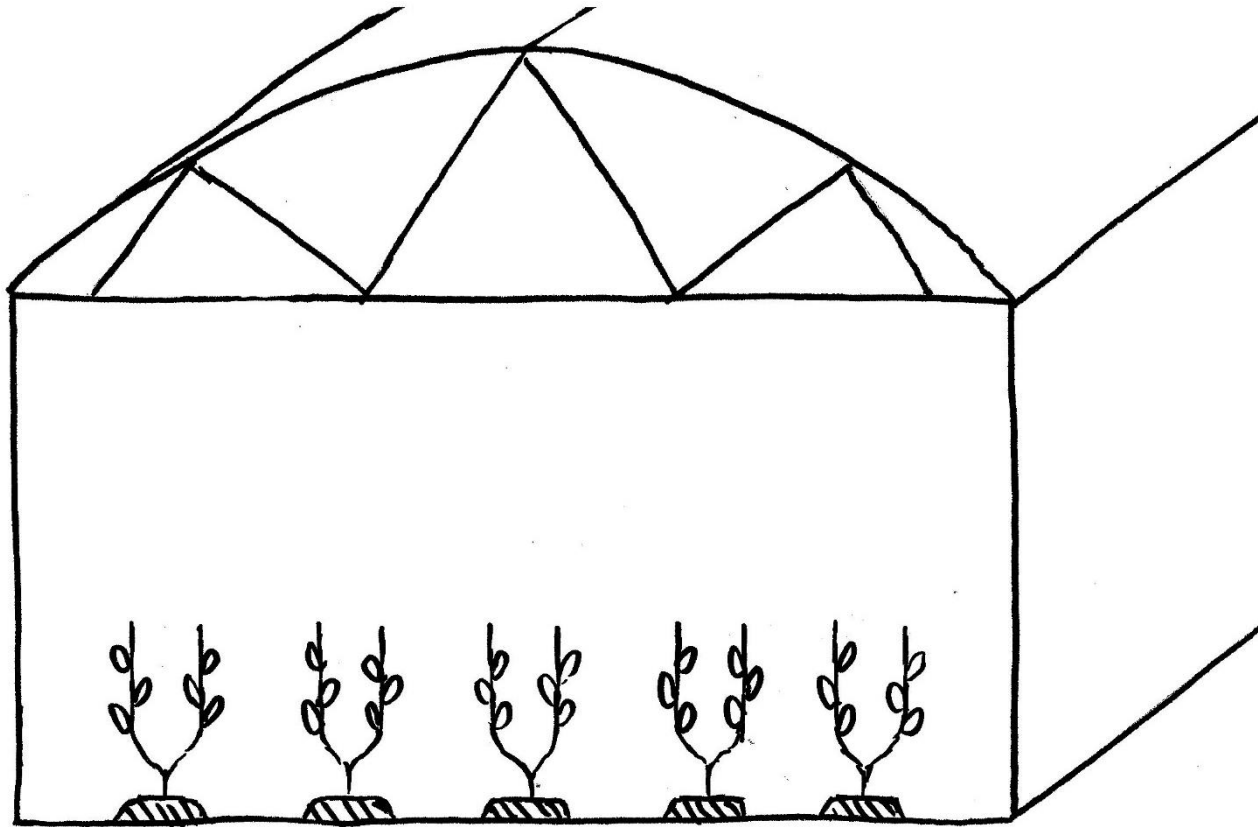


- L'espacement entre les rangs sera ≈ 1,60 m



# Agencement des serres

Serre de 7,62 m (25') à 5 rangs doubles

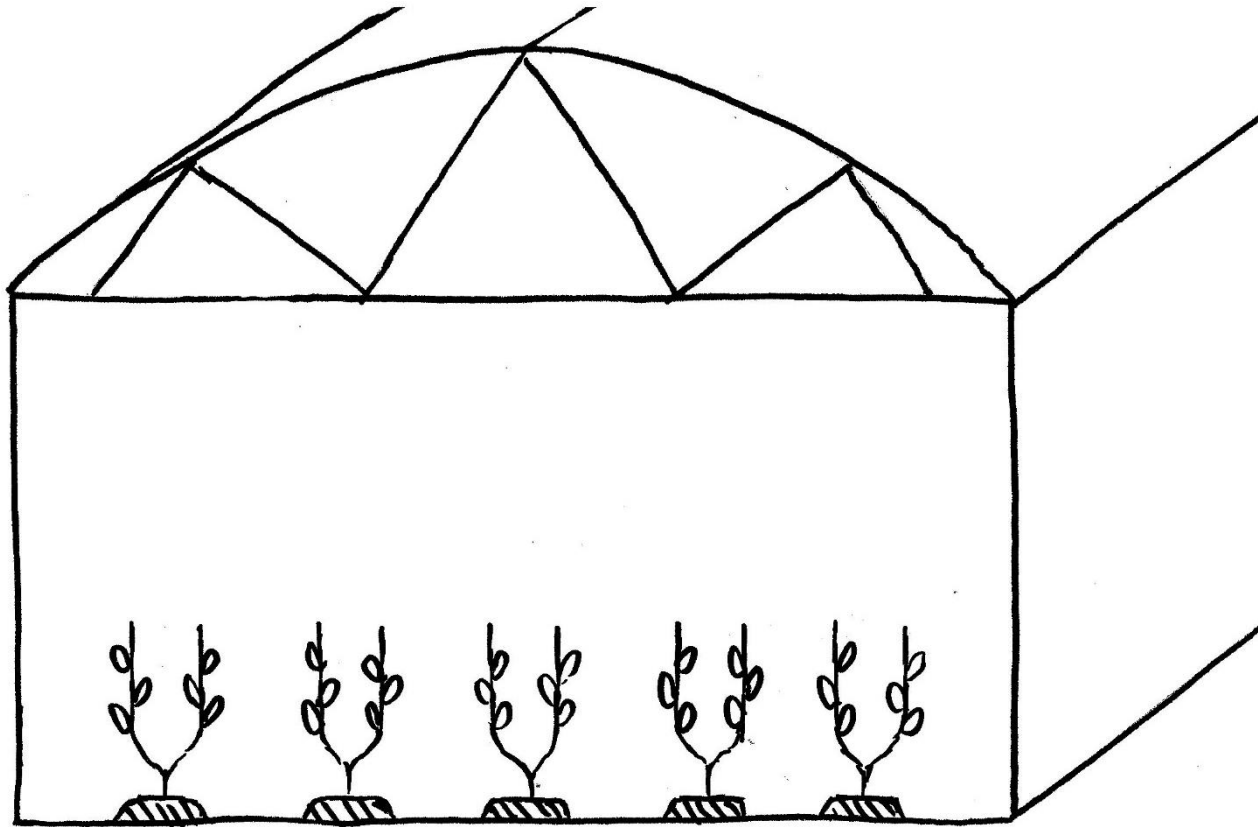


- L'espacement entre les rangs sera **= 1,52 m**



# Agencement des serres

Serre de 9,14 m (30') à 5 rangs doubles

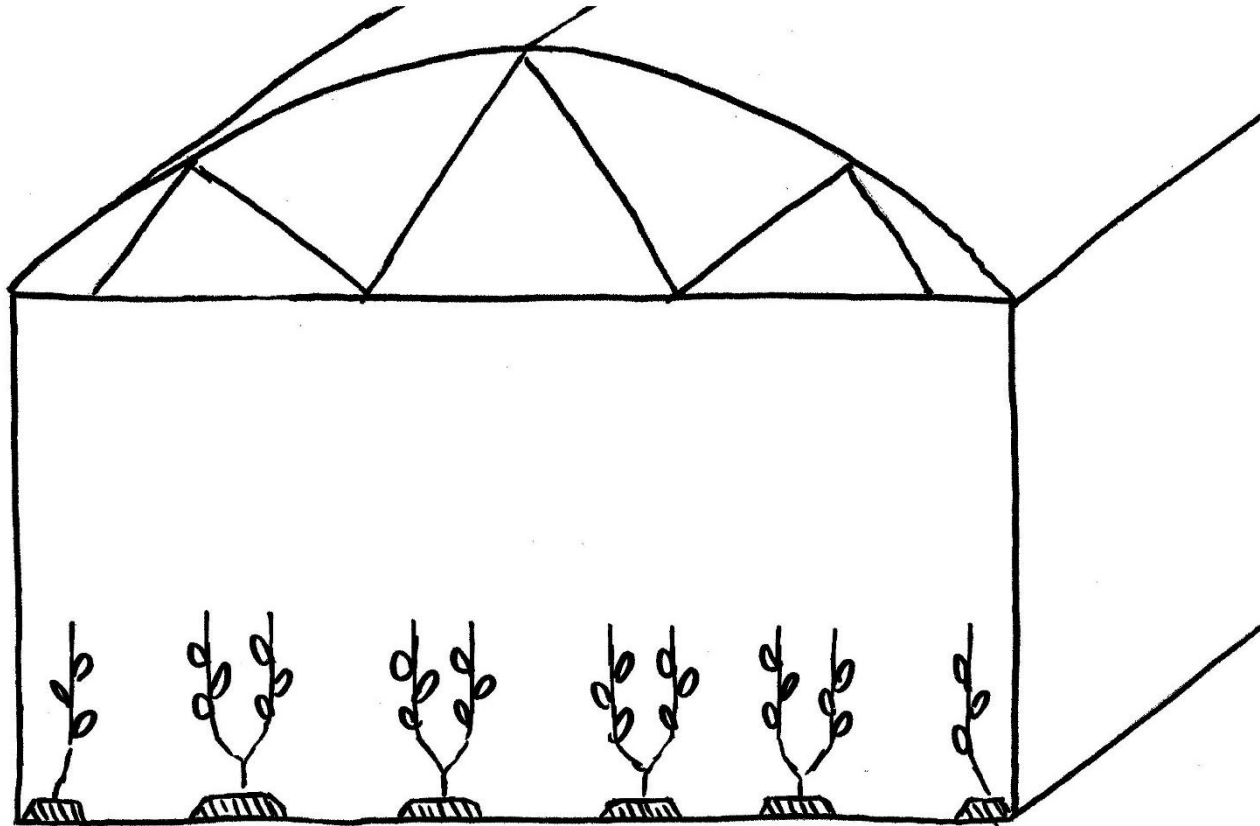


- L'espacement entre les rangs sera **= 1,83 m**



# Agencement des serres

Serre de 9,14 m (30') à 4 rangs doubles et 2 rangs simples

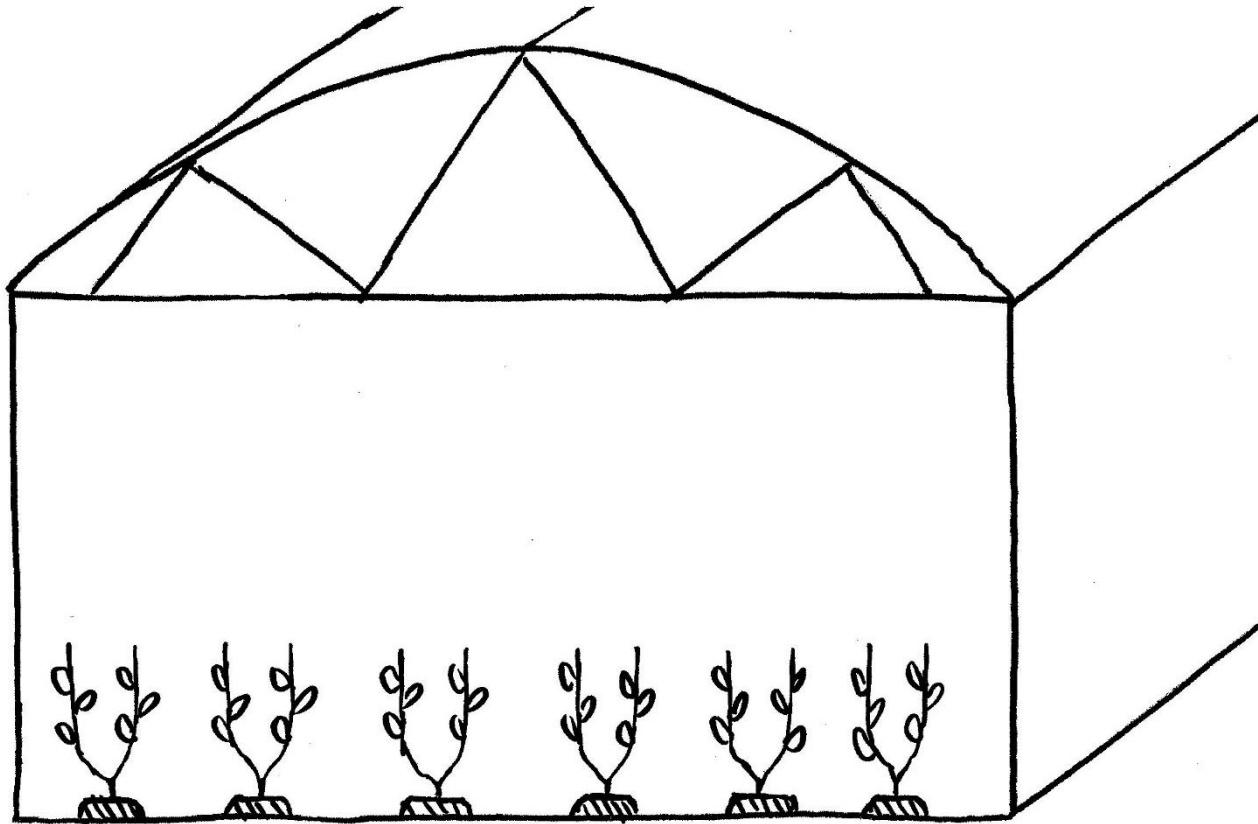


- L'espacement entre les rangs sera ≈ 1,60 m



# Agencement des serres

Serre de 9,14 m (30') à 6 rangs doubles

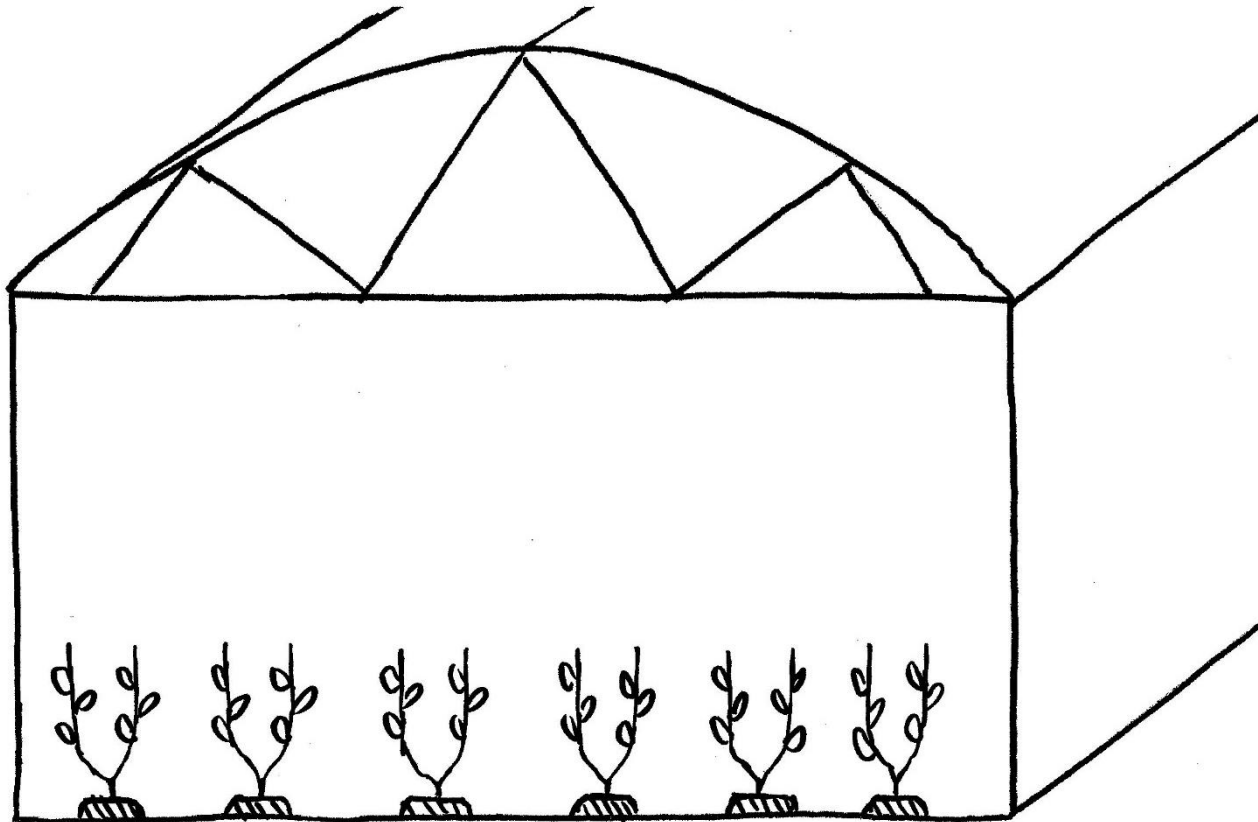


- L'espacement entre les rangs sera = 1,52 m



# Agencement des serres

Serre de 9,60 m (31'4") à 6 rangs doubles

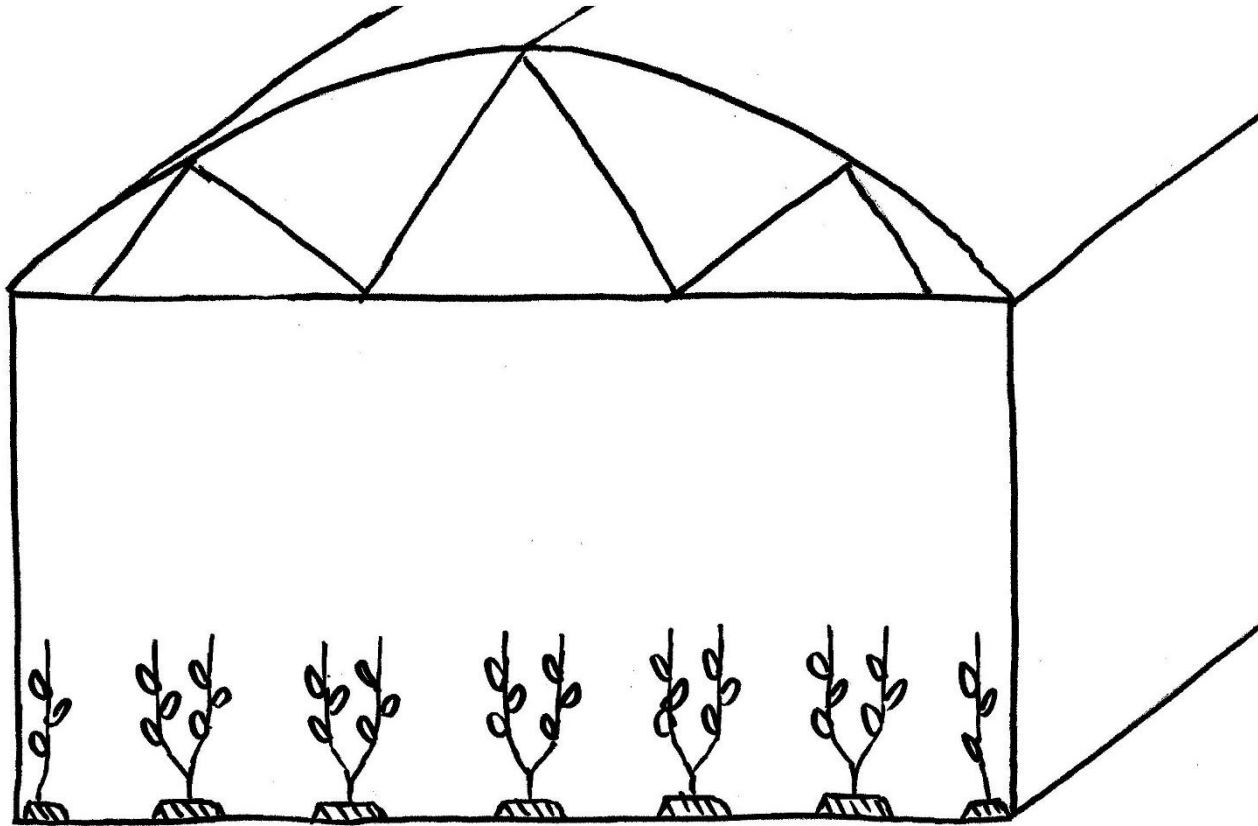


- L'espacement entre les rangs sera = 1,60 m



# Agencement des serres

Serre de 9,60 m (31'4") à 5 rangs doubles et 2 rangs simples

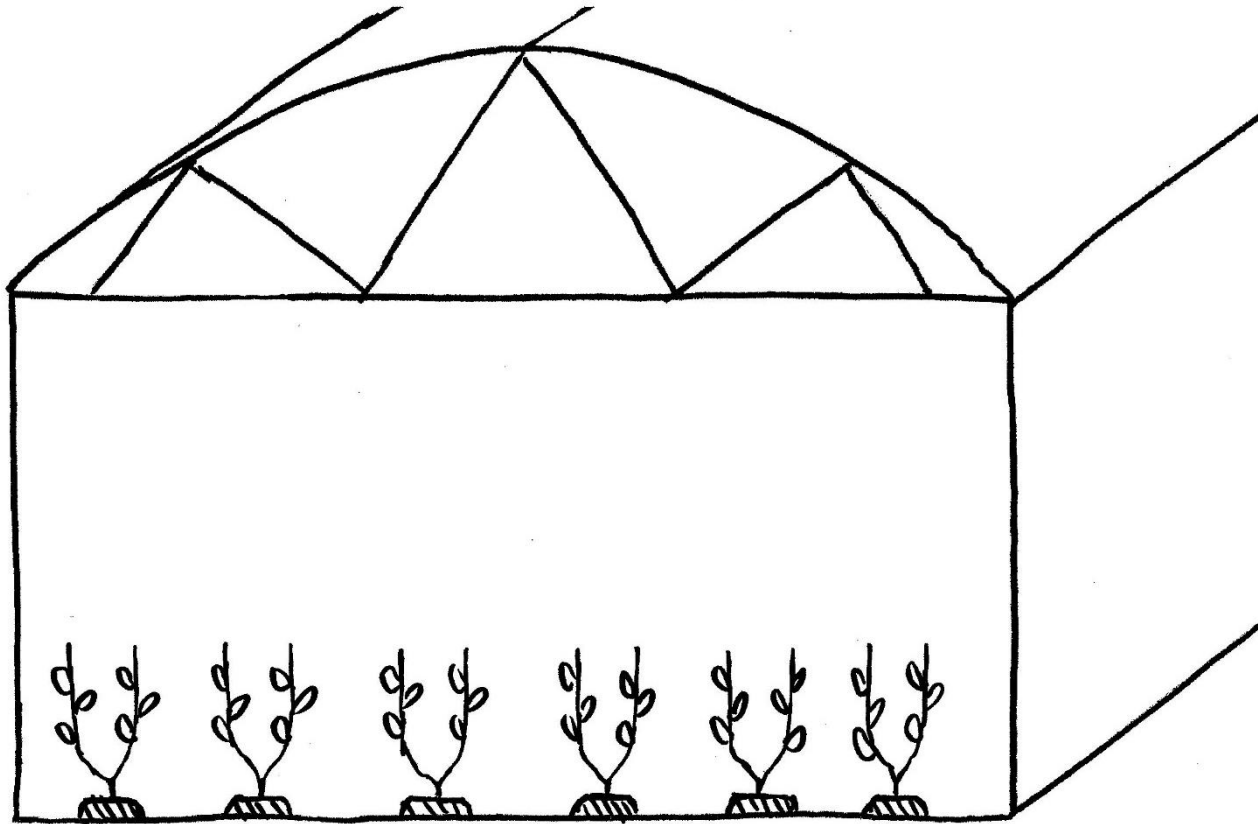


- L'espacement entre les rangs sera < 1,60 m



# Agencement des serres

Serre de 9,75 m (32') à 6 rangs doubles



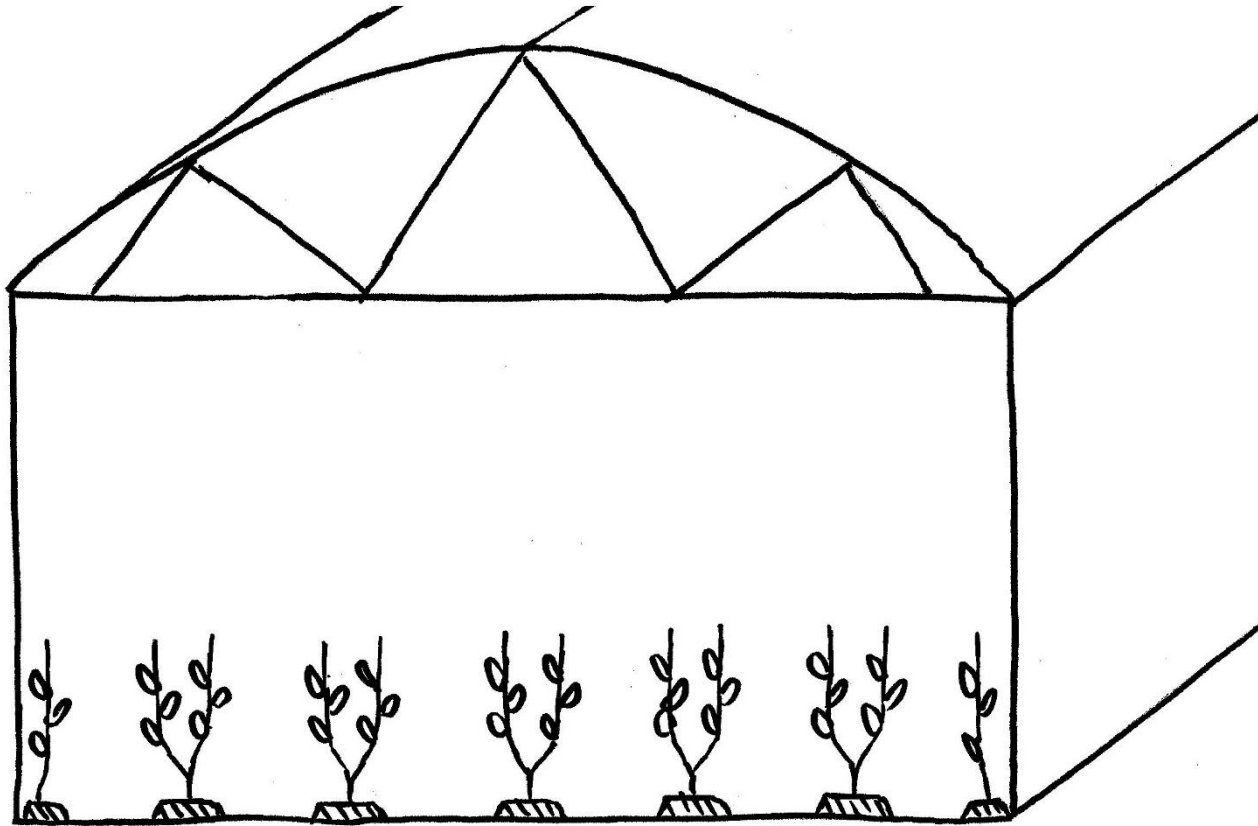
- L'espacement entre les rangs sera = 1,63 m





# Agencement des serres

Serre de 9,75 m (32') à 5 rangs doubles et 2 rangs simples



- L'espacement entre les rangs sera < 1,60 m



# Agencement des serres

## Agencement des cultures

Largeur de la serre	Nombre de rangs doubles possibles	Variantes
*6,40 m (21')	4 (1,60 m)	• 3 rangs doubles et 2 rangs simples de bordure
7,31 m (24')	4 (1,83 m)	• 3 rangs doubles et 2 rangs simples de bordure
7,62 m (25')	4 (1,91m) 5 (1,52 m)	• 3 rangs doubles et 2 rangs simples de bordure • 4 rangs doubles et 2 rangs simples de bordure
9,14 m (30')	5 (1,83 m) 6 (1,52m)	• 4 rangs doubles et 2 rangs simples de bordure
*9,60 m (31'6")	6 (1,60 m)	• 5 rangs doubles et 2 rangs simples en bordure
9,75 m (32')	6 (1,63 m)	• 5 rangs doubles et 2 rangs simples en bordure

\*Les serres horticoles ont habituellement une largeur multiple de 0,80 m.



# Densités de culture suggérées

Tomate, concombre, poivron et aubergine

Espèce	Type	Densité minimale (têtes/m <sup>2</sup> )	Densité maximale* (têtes/m <sup>2</sup> )
Tomate	Charnue (Beef)	2,20	3,25
	Grappe	2,45	3,50
	Cerise/Cocktail	3,00	4,50
Concombre (taille parapluie)	Anglais	1,40	1,80
	Américain	1,60	2,00
	Libanais/Cocktail	2,20	2,80
Poivron	Blocky	5,50	7,00
Aubergine	Medium/Large	4,90	6,00

\* Les densités sont augmentés si les facteurs de production le permettent (luminosité, CO2, expérience, etc...).



# Revêtements d'abris

Propriété des polyéthylènes

- Caractéristiques des films plastiques
  - **Épaisseur** : Poids et le **prix** du film.
    - **résistance mécanique** et **durabilité**.
  - **Anti condensation (AC)** : Additifs incorporés pour diminuer la tension de surface entre l'eau et le film. Au lieu des gouttelettes, formation d'une mince pellicule **qui s'écoule facilement** si :
    - La **pente** est suffisante
    - Il n'y a pas d'**obstacles**
  - L'effet AC dure au **maximum** 2 saisons

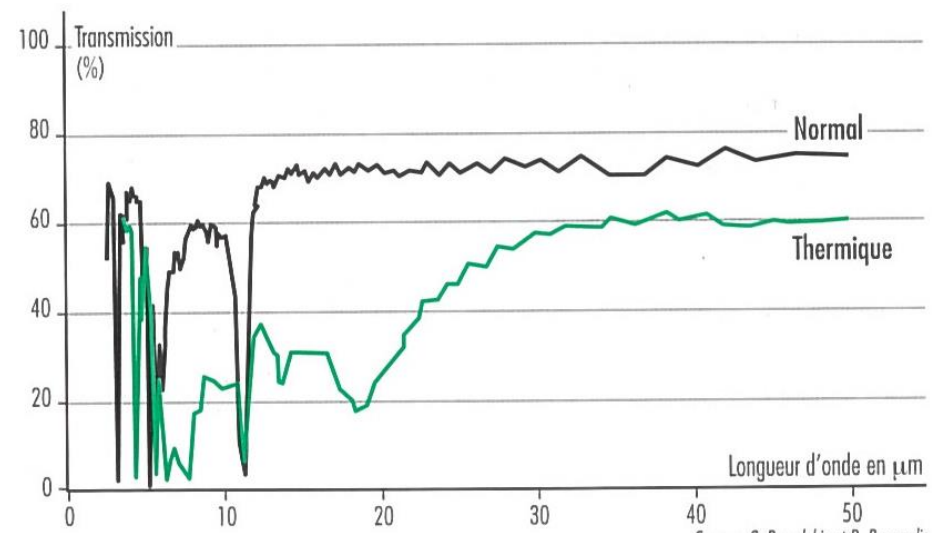




# Revêtements d'abris

Propriété des polyéthylènes

- Caractéristiques des films plastiques
  - **Thermicité (IR)** : Charges minérales et acétate de vinyle (EVA) ajoutés
    - **Plus opaques** aux infrarouges lointains
  - **Conserver** la chaleur dans la serre



# Revêtements d'abris

Bons polyéthylènes pour les bonnes structures

	Serre plastique	Grand Tunnel	
		Plante de climat chaud	Plante de climat frais
Résistance mécanique	Moyenne	Maximale	
Anti condensation (AC)	Oui	Si la pente est suffisante (habituellement pas le cas)	
Thermicité (IR)	Oui	Oui	Non



# Revêtements

Polyéthylènes sur le marché

- **Tendances**

- Polyéthylènes vinyle acétate (**EVA**) à **épaisseur > 180  $\mu\text{m}$**  (7,2 mil)
- **AC** (5 à 20 % de plus de luminosité), **IR** et **UV**
- Films de **150  $\mu\text{m}$**  utilisés **2-3 saisons**
- Films de **180  $\mu\text{m}$**  sont conservés **3-4 saisons**

- **À venir :**

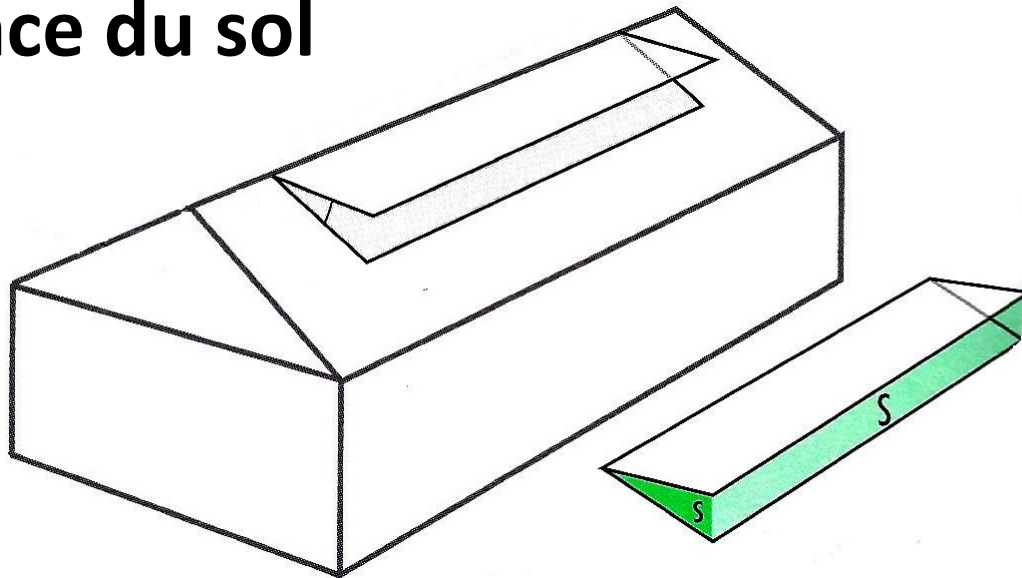
- Films **photo-sélectifs**, films translucides (**diffusion**)



# Gestion de l'aération

Ratios d'ouverture minimum en ventilation naturelle

- Ratio obtenu en mesurant la **surface d'ouverture des ouvrants** et on la divisant par la **surface du sol**





# Gestion de l'aération

Ratios d'ouverture minimum en ventilation naturelle



# Gestion de l'aération

Ratios d'ouverture minimum en ventilation naturelle



# Gestion de l'aération

Ratios d'ouverture minimum en ventilation naturelle

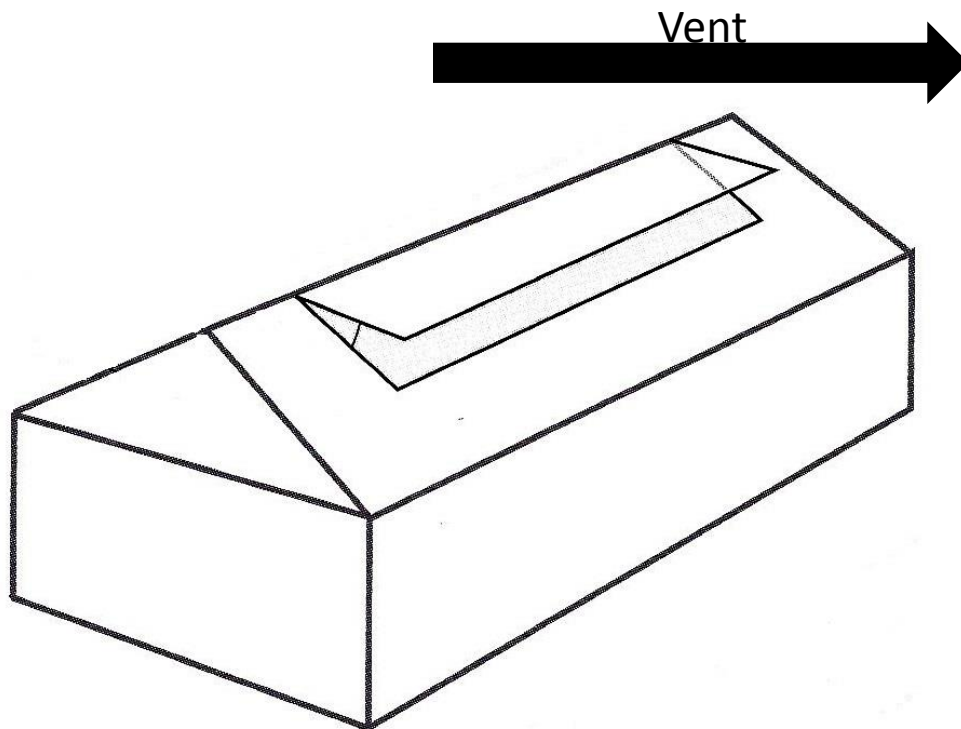
	Serre plastique individuelle	Serre plastique multi-chapelle	Grand tunnel
Ratio d'ouverture	25 à 33 %	20 à 30 %	10 à 15 %

- Attention aux éléments **restrictifs**
  - **Moustiquaires** anti-insectes
  - Filets **brise vent**



# Gestion de l'aération

Positionnement de l'aération



- On positionne l'ouvrant dans le **sens contraire du vent dominant**
  - Engendre une pression négative, un effet de succion, amplifie l'effet cheminée



# Gestion de l'aération

Aération dynamique

- Pour une serre de
  - **6,40-7,62 m** (21-25') de largeur et
  - **30,48 m** de longueur (100')
- Besoin de
  - 1 ventilateur de **0,91 m** (3')
  - 1 ventilateur de **1,22 m** (4')



# Gestion du chauffage

## Besoins en chauffage

- Puissance de fourniture  
 $\cong 24 \text{ BTU/h par m}^2$  de surface par  $1^\circ\text{C}$  de  $\Delta T^\circ\text{C}$
- Mois d'avril
  - 200 m<sup>2</sup> (2150 '²)
  - T° de 20°C $\cong 140\,000 \text{ BTU/h (41 kW)}$

Mois	T° minimum (°C)
Mars	-22,5
Avril	-9,9
Mai	-3,0
Juin	1,0
Juillet	6,1
Août	6,2
Septembre	1,3
Octobre	-3,0
Novembre	-8,5

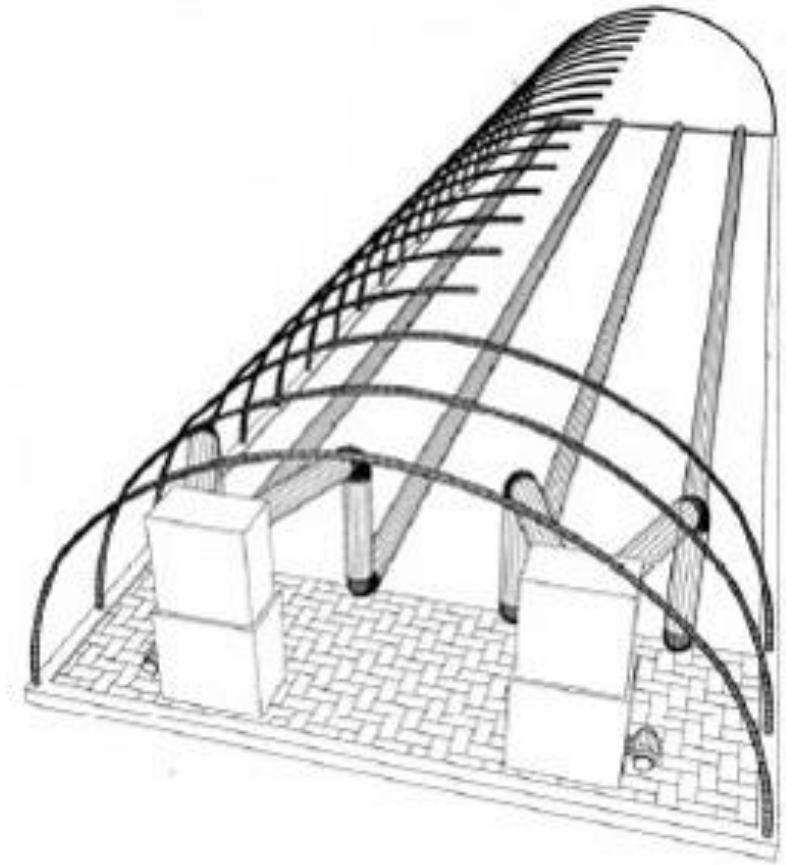
*Environnement Canada, Moncton 2000-2005*



# Gestion du chauffage

Distribution du chauffage

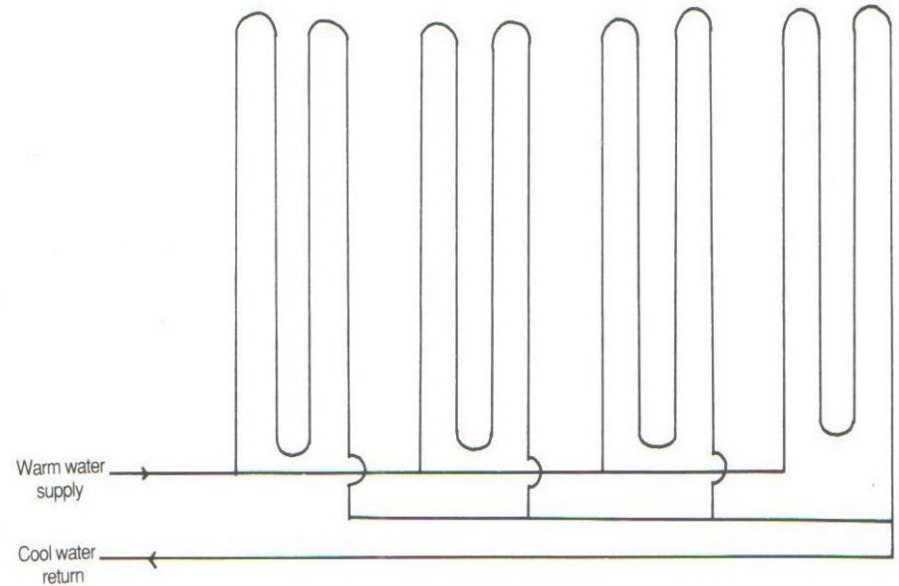
- **Autant** de ballons que de rangs
  - **Murs** très importants
- Mettre les fournaies au **nord**



# Gestion du chauffage

Chauffage du sol (et de l'eau d'irrigation)

- En culture en **plein sol**, le sol doit être chauffé
  - Tuyaux **flexibles enfouis** à **30-40 cm** (12-18')
  - Faire circuler de l'eau chaude (35-55°C)
- En culture **en substrats** et en **plein sol**, l'eau d'irrigation est chauffée
  - 18-20°C





# Pollinisation

Pollinisation naturelle

- La **tomate** est faiblement anémogame
  - Le pistil est enfermé dans le tube staminique
  - On **réduit** l'influence du vent en serre
- Les **concombres et poivrons** cultivés en serre **n'ont pas besoin de pollinisation** supplémentaire



# Pollinisation

Pollinisation manuelle

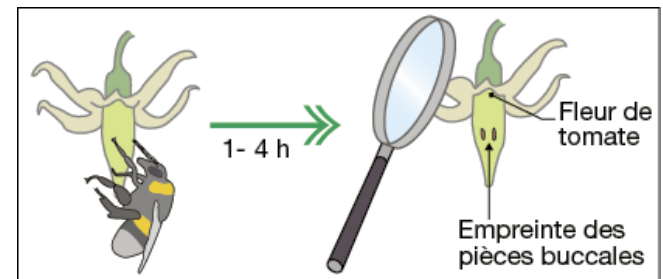
- Pollinisation **manuelle**
  - À **chaque jour**
  - Lorsque la floraison est maximale (midi)
- Avec **appareil vibreur**
- En **frappant les broches** de culture
- **Souffleur**



# Pollinisation

## Pollinisation par les bourdons

- La pollinisation par les bourdons est **fortement avantageuse**
  - Fruits avec plus de graines, **plus de calibre** (+ 20 %)
  - Calibre plus homogène, **meilleure forme**
  - **Meilleure qualité**
  - Pollinisation **moins dispendieuse, plus fiable**



# Production de transplants

Principes de base

- Planification des **besoins en semences**

	<b>N<sup>bre</sup> de plants nécessaires</b>	<b>N<sup>bre</sup> de graines commandées</b>
<b>Tomate</b>	10 000	12 000–13 000
<b>Concombre</b>	6 500	7 500*
<b>Poivron</b>	10 000	12 000–13 000
<b>Laitue</b>	1 000	1 100–1 200

*\* Les semences de concombres offrent en général des taux de germination et de levée plus élevés.*



# Production de transplants

Principes de base

- **Températures idéales et délais pour la germination**

Culture	Température du milieu de croissance (°C)
Tomate	25
Concombre	27
Laitue	16-18
Poivron	26

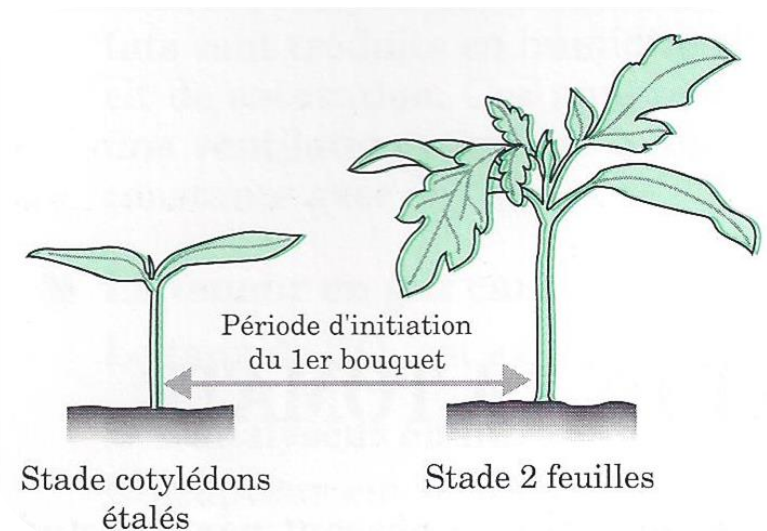
Culture	Temps de germination (en heures)
<b>Tomate</b>	
Bonne germination	72
Germination médiocre	96
<b>Poivron</b>	72-96
<b>Concombre</b>	48-60
<b>Laitue</b>	72



# Production de transplants

Initiation du premier bouquet dans la tomate

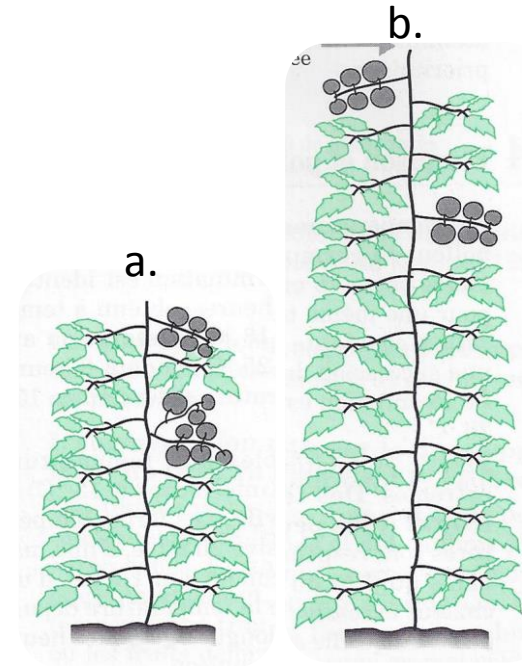
- L'initiation du **premier bouquet** se déroule entre le **stade cotylédons étalés** et l'**apparition des 2<sup>ième</sup> premières vraies feuilles**



# Production de transplants

Initiation du premier bouquet dans la tomate

- La régie de **température** à ce moment a pour effet
  - Une apparition **hâtive** du premier bouquet (a.)
    - T° **fraîche**, luminosité **élevée**
  - Une apparition **tardive** du premier bouquet (b.)
    - T° **chaude**, luminosité **faible**



# Production de transplants

## Calendrier de production de transplants

Espèce		Nombre de jours en pépinière	Stade*
Tomate	Normale	35	8-10 vraies feuilles
	Pincée	42-45	
	Greffée et pincée	49-55	
Concombre	Normal	21-24	3-4 vraies feuilles
	Pincé	28-31	
Poivron		56	5 vraies feuilles

\*Il est possible d'entrer des plantules en abris avant ce stade





# Production de transplants

Pinçage des têtes dans la tomate au stade cotylédons



# Production de transplants

Pinçage des têtes dans la tomate et le concombre au stade 2 vraies feuilles



- Avantages
  - Plus facile
  - Reprise plus rapide
    - (5-7 jours vs 7-10 jours pour le pinçage au cotylédons)
- Inconvénients
  - 1<sup>er</sup> bouquet arrive plus tard parfois
  - Requier plus d'espace pépinière au début



# Production de transplants

Départ d'une tête supplémentaire sous la 1<sup>ère</sup> grappe



- Avantages :
  - Période de préparation en pépinière plus courte
  - Coût des semences réduit
- Inconvénient :
  - Premières récoltes moins abondantes



# Production de transplants

Pinçage des têtes dans la tomate



Les plants de poivrons et d'aubergines de serre sont toujours produit avec deux têtes



# Greffage

Principes de base

- Technique qui date des années 50-60
  - Résistance aux **maladies racinaires**
    - Racine liégeuse (*Pyrenochaeta lycopersici*)
  - Plante plus **vigoureuse**
    - Meilleure **reprise** du plant en période caniculaire
    - Moins de **pourriture apicale** en période de stress
  - Pour la **tomate et l'aubergine**



# Greffage

- Lames
  - Scalpel, lame de rasoir
- Pincettes à greffer en silicone
- Dômes
- Pulvérisateur
- Tentés

## Matériel



# Greffage

Technique



# Greffage

## Conditions de réussite

- Humidité
  - 90-95 %
- Température
  - 21-22°C
- Luminosité
  - Très **faible** lors de la greffe, puis retour à la normale





# Greffage

Points à améliorer



- Les plants sont transplantés **trop profondément**
  - Laisser 2-3 cm au-dessous du point de greffage
- Les drageons du porte-greffe **doivent être retirés**
  - Sensibilité aux maladies



# Choix des cultivars

- Critères de sélection des cultivars
  - Croissance **indéterminée** (serre)
  - Croissance **déterminée** (grands tunnels)
  - **Goût**
  - Calibre
  - Forme du fruit
  - **Couleur** (diversité)
  - Résistance (greffe)

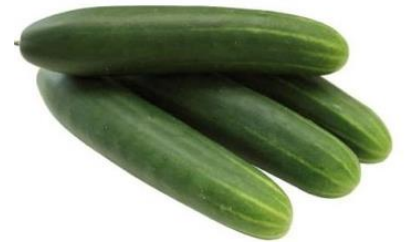
Tomate



# Choix des cultivars

- Critères de sélection des cultivars
  - Parthénocarpie
  - Résistances
  - Calibre (longueur)

Concombre



# Choix des cultivars

Poivrons

- Critères de sélection des cultivars
  - **Type** de poivron
  - **Goût**
  - Calibre (grosueur du fruit)
  - **Couleur**
  - Vitesse de croissance
  - Résistances



# Gestion de la température

Principes de base

- Les **T° de croissance** idéales sont **élevées** chez la tomate
  - Récolte plus **hâtive**
  - Rendements **supérieurs**
- La gestion des T° au **stade plantule** est primordiale

Stade	T° moyenne 24h idéale (°C)	
	Jeune Plantule	Forte luminosité
23-25		18-21

Stade	T° moyenne 24h idéale (°C)	
	Plante mature	Forte luminosité
21-23		16-18



# Gestion de la température

Principes de base

- Et encore plus élevées chez le **concombre**
  - Récolte plus **hâtive**
  - Rendements **supérieurs**

Stade	T° moyenne 24h idéale (°C)	
Jeune Plantule	Forte luminosité	Faible luminosité
	25	20-22

Stade	T° moyenne 24h idéale (°C)	
Plante mature	Forte luminosité	Faible luminosité
	23-24	18-20



# Gestion des irrigations

Buttage des rangs

- Buttage des rangs jusqu'à **20 cm (8")** de haut



# Gestion des irrigations

Paillis de sol

- Un **plastique opaque** de sol permet
  - Lutte contre les **mauvaises herbes**
  - **Humidité dans le sol** et pas dans l'air
  - Meilleure **dégradation des engrais**
  - Lutte contre certains **ravageurs** (*Thrips*)

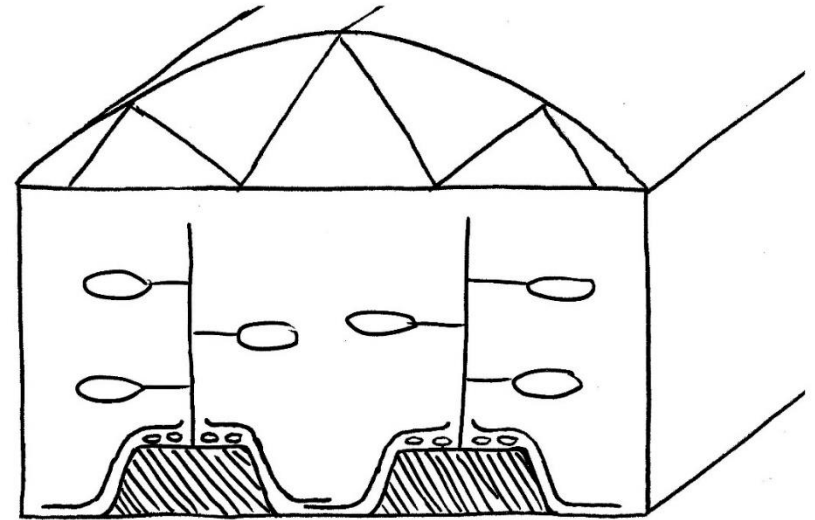




# Gestion des irrigations

Lignes d'irrigation

- Idéalement
  - **> 4 lignes** d'irrigation par rang
  - **Distance rapprochée** entre les goutteurs (**10 cm/4 "**)
  - **Valve** sur les 2 goutteurs centraux



# Gestion des irrigations

Lignes d'irrigation



# Gestion des irrigations

Lignes d'irrigation



# Gestion des irrigations

Besoins en eau de la culture

- Besoins en eau de la culture
  - **En été**, les cultures ont besoin jusqu'à **6000 ml/m<sup>2</sup>/jour**
- Avec un plastique de sol
  - En été **6 irrigations de 1000 ml/m<sup>2</sup>**



# Gestion de la fertilité

Fertilisants utilisés

- **Compost (1-1-1)**
  - Élément de mélange et oligo-éléments
- **Fumier de poulet composté (5-3-2)**
- **Farine de plume (13-0-0)**
- **Sulfate de potasse magnésien (0-0-22)**
- **Sulfate de potassium (0-0-50)**



# Gestion de la fertilité

## Recommandation de fertilisation

- Recommandation de fertilisation typique (ingrédients multiples)
  - Pour cultures tuteurées, lorsque le sol possède un pH adéquate et une fertilité de base élevée
  - Basé sur des rendements annuels:
    - Tomate Beef > **50 kg/m<sup>2</sup>** (production en serre chauffée sur longue saison)
    - Concombre > **120 fruits/m<sup>2</sup>** (production en serre chauffée sur longue saison)

Besoins en fertilisants (kg/semaine/100m <sup>2</sup> )	
Actisol (5-3-2)	3,60
Farine de plume (13-0-0)	1,94
Sul-Po-Mag (0-0-22)	0,77
Sulfate de potassium (0-0-50)	0,61

*Plusieurs producteurs vont mélanger les ingrédients avant de les placer sur le rang*



# Gestion de la fertilité

## Recommandation de fertilisation

- Fertilisants appliqués
  - Au 2 semaines
  - Sous les plastiques de sol
  - Sur les lignes d'irrigation
  - alterner les côtés de rang
- Analyse SSE (ou SME)
  - Pour valider la fertilité
- Analyse de tissus
  - Pour identifier et confirmer les problèmes de carences



# Gestion de la fertilité

Recommandation de fertilisation





# Phytoprotection

Prévention

- Mesures **préventives**
  - Insectes avec **plantes réservoir**
    - *Dicyphus* dans **molène** pour la tomate
    - *Aphidius* dans les **graminées** pour le poivron
  - Acariens prédateurs **avec brumisation**
    - *Phytoseiulus* dans concombre



# Phytoprotection

Prévention



# Phytoprotection

Prévention

- Filets/Moustiquaires
  - **Punaise terne** dans le concombre
  - **Chrysomèle rayée** dans le concombre
  - Le **vent**
- Déshumidification
  - **Moisissure grise**
- Humidification
  - **Blanc**



# Phytoprotection

Produits phytosanitaires

- **Plus de pesticides autorisés en régie bio**
  - Huile de dormance
    - Plusieurs insectes
  - Milstop
    - Blanc
  - Soufre
    - Blanc et acariens



# Gestion du travail

Taille des plants de tomate

- Laisser **moins de fruits** par grappe
  - Maximum **4 fruits** par grappe dans la charnue (Beef)
- Enlever les **vieilles feuilles**
  - Maximum **18 feuilles** matures par plant



# Gestion du travail

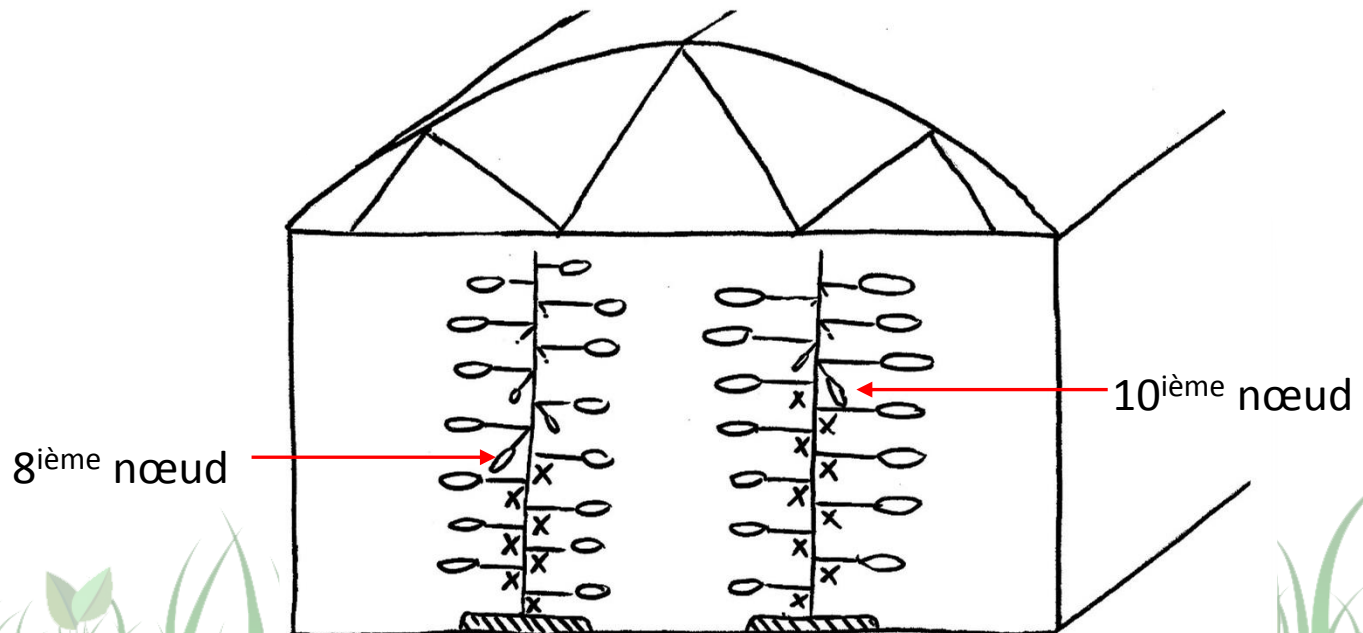
Taille des plants de tomate



# Gestion du travail

## Taille des fruits dans le concombre

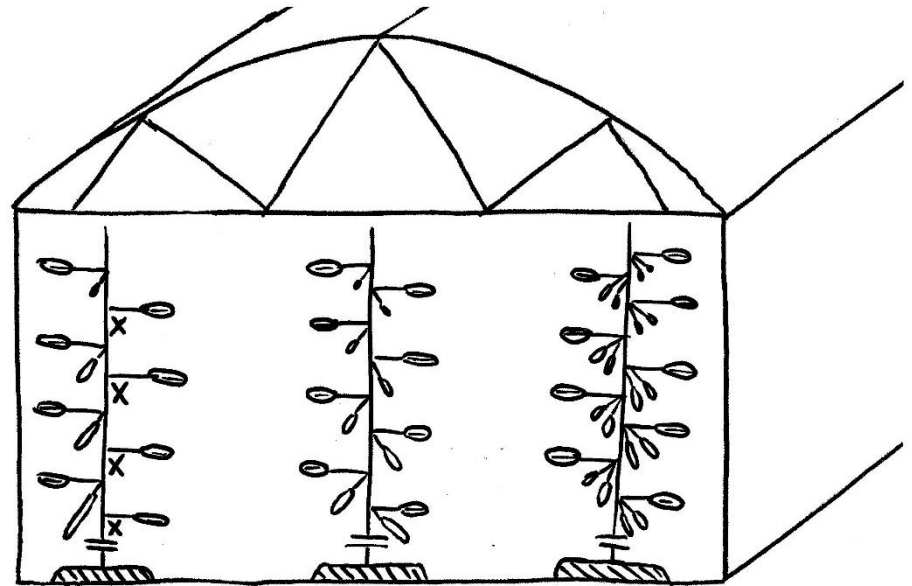
- Ne pas charger le plant trop rapidement
  - Pour des rendements supérieures et une récolte plus longue: Pas de fruits avant le **8 ou 10<sup>ième</sup> nœud**



# Gestion du travail

## Taille des fruits dans le concombre

- **Anglais**
  - 1 fruit/2 nœuds
- **Américain**
  - 1 fruit par nœud
- **Libanais**
  - 2 fruits par nœud
  - (typiquement)
  - Si il y a seulement un fruit par noeud, on laisse un 2ieme fruit sur le drageon du noeud et on étête le drageon par la suite



Anglais Américain Libanais

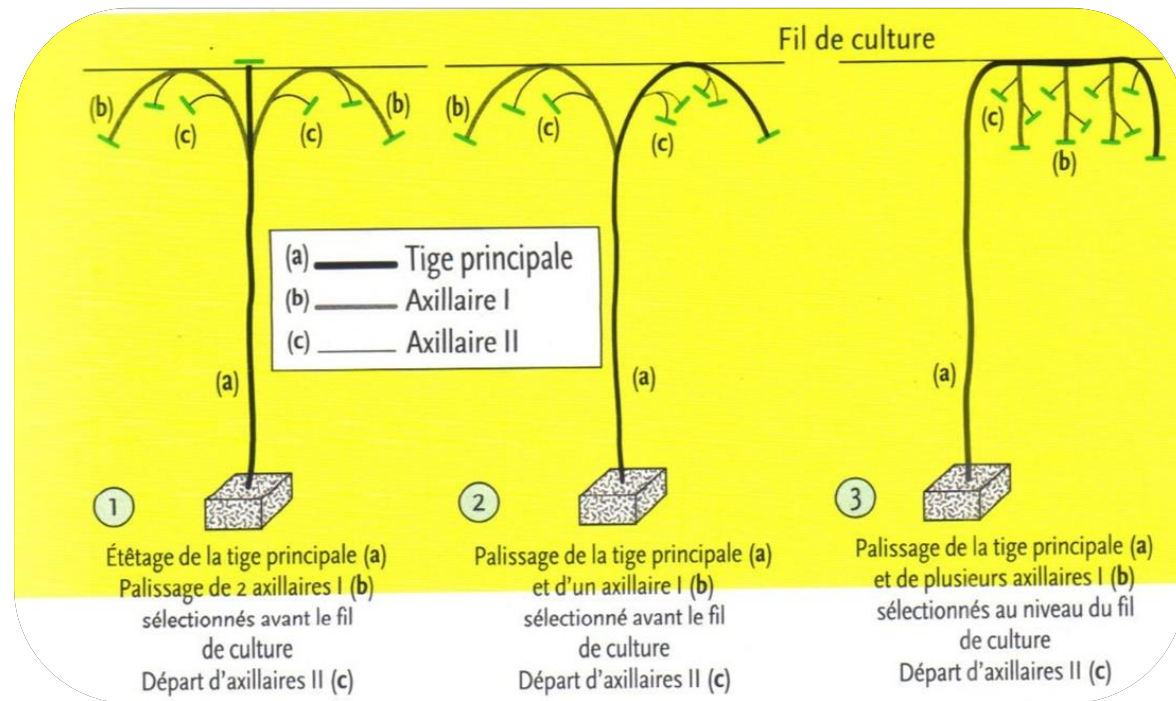




# Gestion du travail

## Taille des plants de concombre

- Taille **parapluie**
  - **Peu** de travail
  - Récolte pendant **≈ 12 semaines**



# Gestion du travail

Taille des plants de concombre

- Taille **parapluie**



# Gestion du travail

Taille des plants de concombre

- Taille **parapluie**

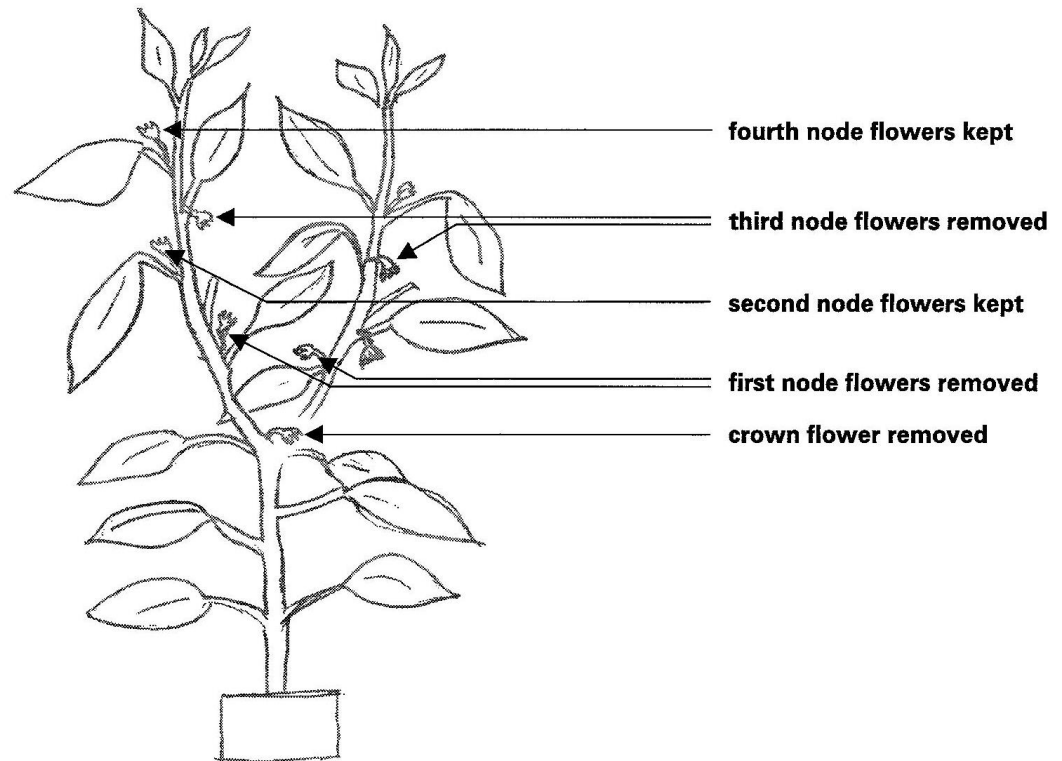


# Gestion du travail

## Taille des fruits du poivron

Pour des rendements plus importants et une récolte plus longue:

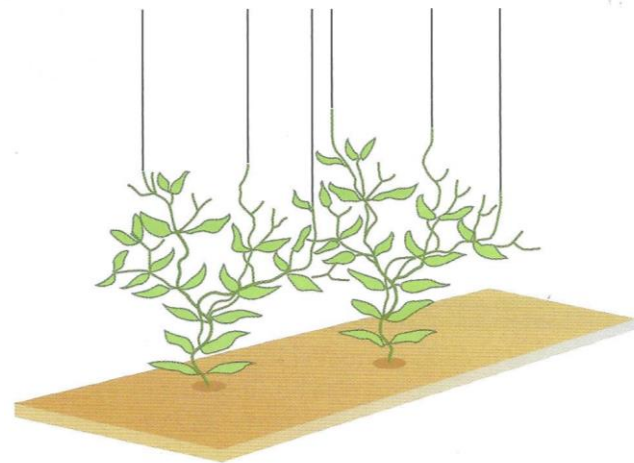
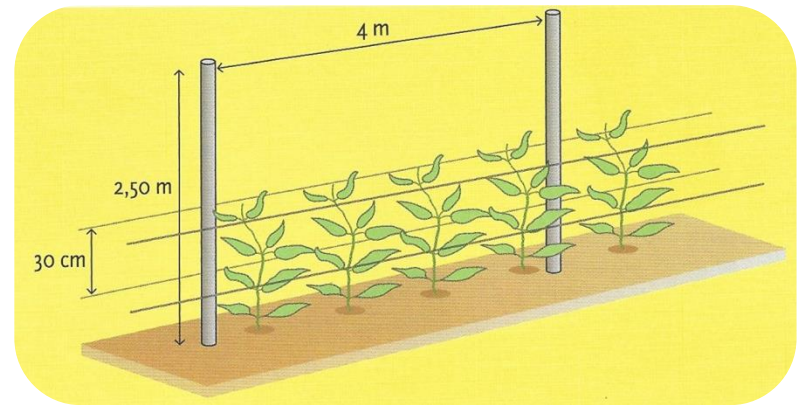
- Enlever le fruits de la **fourche**
- Garder les premiers fruits à partir du **3<sup>ème</sup> nœud**



# Gestion du travail

## Tuteurage des plants de poivron

- Producteur **maraîcher diversifié**
  - Palissage en **haie**
- Producteur de **poivron en serre**
  - Palissage **vertical**



# Gestion du travail

Tuteurage des plants de poivron



# Gestion du travail

Tuteurage des plants de poivron



# Priorisation des actions

Mes recommandations

- **À court terme (la saison prochaine)**
  - **Pollinisation** par les bourdons
  - **Agencement** des cultures
  - **Densités** adaptées
  - **Cultivars** bien choisis
  - **Techniques de tuteurage** et de **taille** adéquats
  - **Gestion de la température** améliorée
- **À moyen terme** (pensez-y maintenant)
  - **Revêtements** adéquats
  - **Phytoprotection** améliorée





Merci !

