

La loi de Pareto et la fraise en tunnel: le 20% qui vous fera réussir!

Sébastien Couture, agr.
M. Sc

Chef de culture et
Stratège agronomique
Les Entreprises Pitre

Journées Horticoles
et Grandes Cultures
2025



Les Entreprises Pitre

Notre emplacement

🔍 777, route 311 Nord, Lac-des-Écorces, Québec, Canada 📍



En 2025, la production de petits fruits était:

- 158 ha de fraises en champ
- 8,16 ha de fraises en tunnel
- 10,2 ha de framboises en tunnel
- 2,29 ha de mures en tunnel
- 0,22 ha de fraises en serre

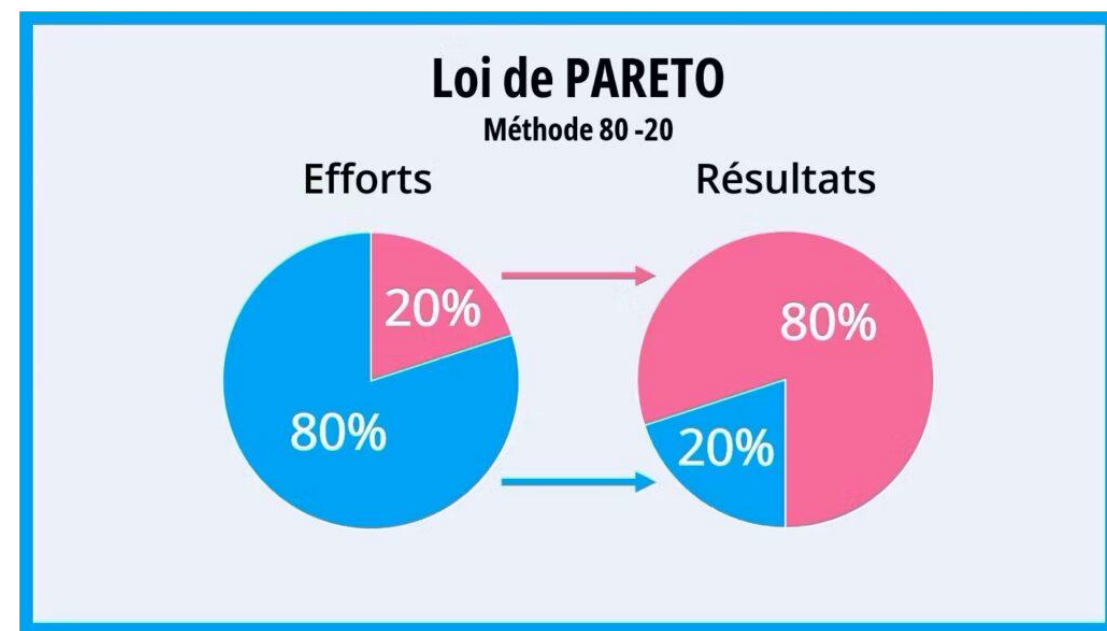


Qu'est-ce que la loi de Pareto???

La loi de Pareto stipule qu'environ 80 % des effets sont le produit de 20 % des causes.

En d'autres termes, une petite partie de vos efforts (20 %) peut générer la majorité de vos résultats (80 %)

Règle des 80/20



La Loi de Pareto : Un levier puissant en Gestion de Projet

On va donc se concentrer sur:

Points de Pareto pour la culture de fraises en tunnel

1. Qualité de l'eau
2. Emplacement du site
3. Types de tunnels et structures de production
4. Contenants et substrats
5. Types de plants, variétés et densité
6. Irrigation
7. Travaux
8. Phytoprotection



Tout d'abord: Pourquoi la culture sous tunnel vs le champ?

- La culture en tunnel offre de nombreux avantages vs la culture en champ
 - Protection contre les intempéries
 - Accroissement de la durée de la saison de culture
 - Aplatissement de la courbe de production sur la ferme
 - Accroissement des rendements par plant et par m²
 - Facilité de récolte et qualité des fruits
 - Diminution des traitements phytosanitaires par kg récolté



Pourquoi la culture sous tunnel vs le champ

Il y a toujours deux côtés à une médaille:

- Les coûts d'implantation sont plus importants en tunnel et il y a de nombreux enjeux liés à ce mode de culture
- Tous les détails sont importants mais:

Concentrons-nous sur les points de Pareto



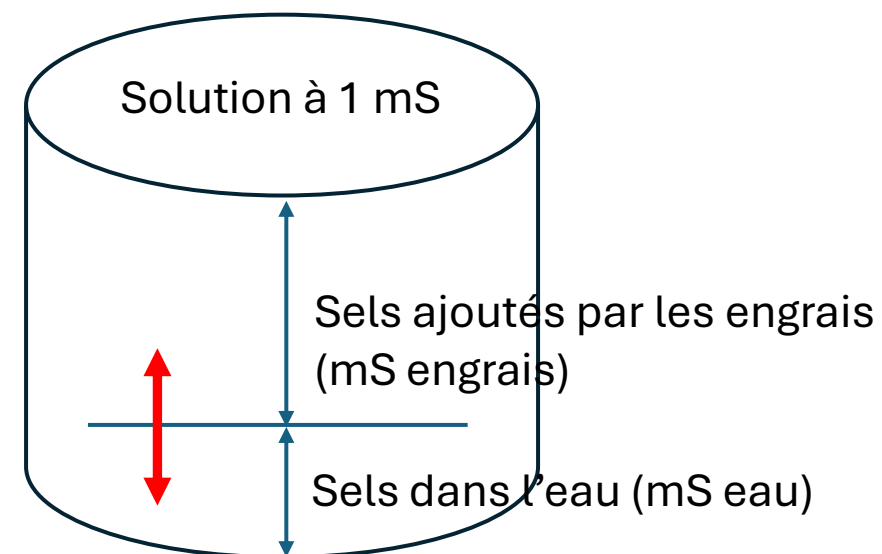
1. Qualité de l'eau

- La qualité de l'eau d'irrigation pour la fraise est un élément de la plus haute importance
- La salinité d'arrosage se situe en moyenne entre 1mS et 1,5 mS comparativement aux tomates de serre où elle oscille entre 2,5 et 3,5 mS
- Il y a donc beaucoup moins de place pour des sels excédentaires dans l'eau
- La fraise est extrêmement sensible aux excédents de salinité



Figure 3.1: Salt injury symptoms in strawberry leaves: brown & brittle leaf margins
Source: Albert Ulrich, UC, 2009

[Crop Guide: Strawberry | Haifa Group](#)



1. Qualité de l'eau

- Sans une belle qualité d'eau, le projet est voué à l'échec avant de débuter
- Voici quelques éléments importants à considérer dans l'eau d'irrigation:
 - Salinité < 0,7 mS
 - Chlorure < 4 ppm (problème si >10 ppm) N.B. Attention au muriate!
 - Sodium < 3 ppm (problème si > 9 ppm)
 - Sulfure < 5 ppm (max 30 % de S-SO₄ dans la recette)
 - Dureté < 50 ppm (max 150 ppm)
 - Cu < 0,2 ppm
 - Zn < 2 ppm
 - Mn < 0,2 ppm
 - Fer < 0,1-1 ppm
 - B < 0,3 ppm



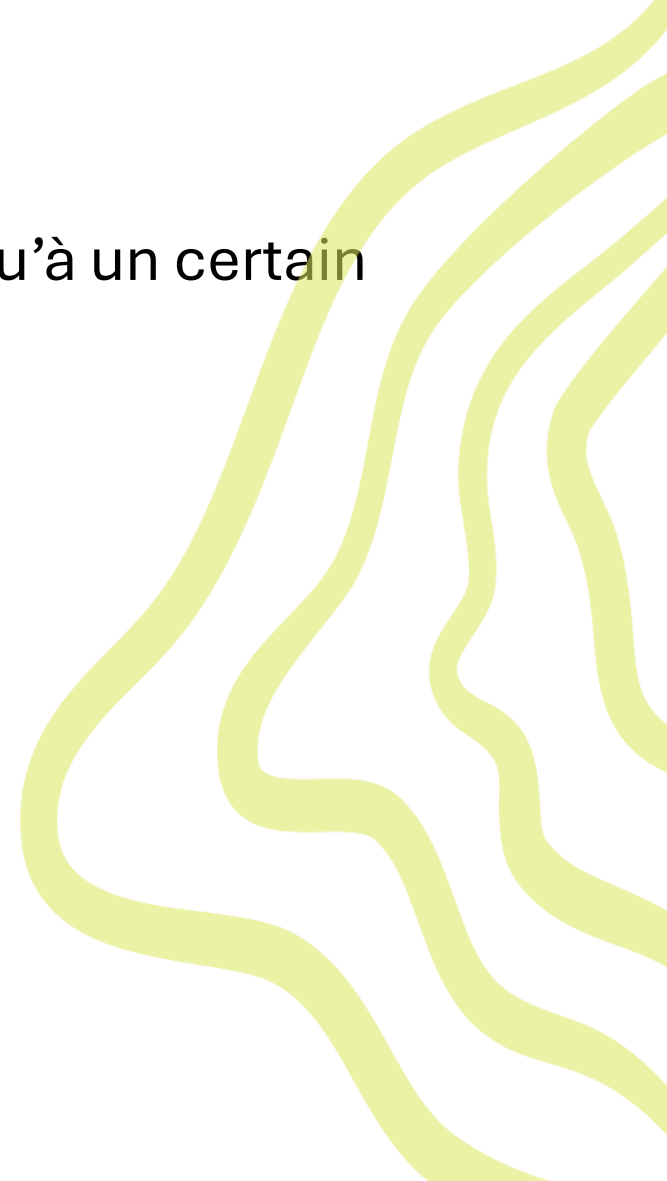
1. Qualité de l'eau

- **Pour le calcium:**

- Il est toujours possible d'ajuster la solution nutritive jusqu'à un certain niveau

- **En cas de problème, quelles sont les solutions:**

- Trouver une source d'eau alternative si possible
- Utiliser l'eau de pluie
- Utiliser l'osmose inversée en totalité ou en partie
- Utiliser un filtre (soufre, fer, manganèse, etc.)
- Adoucisseur d'eau... Attention au sodium!



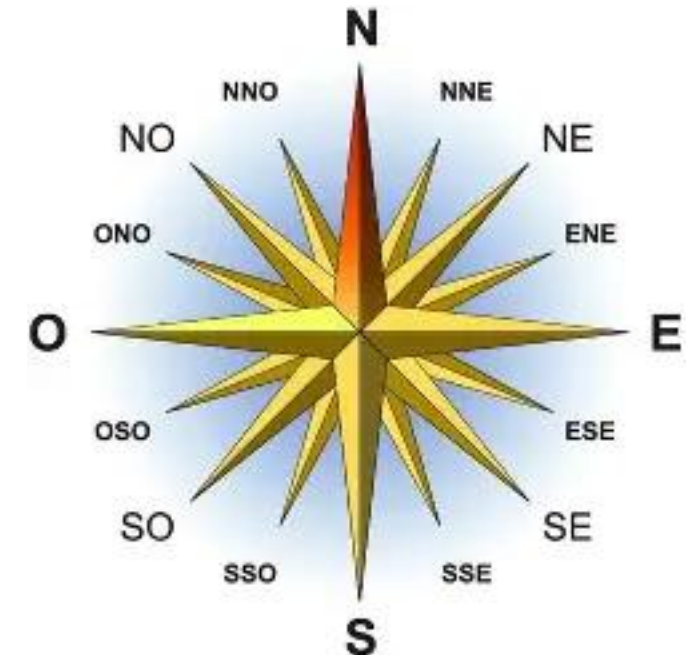
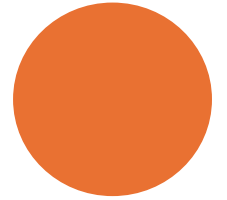
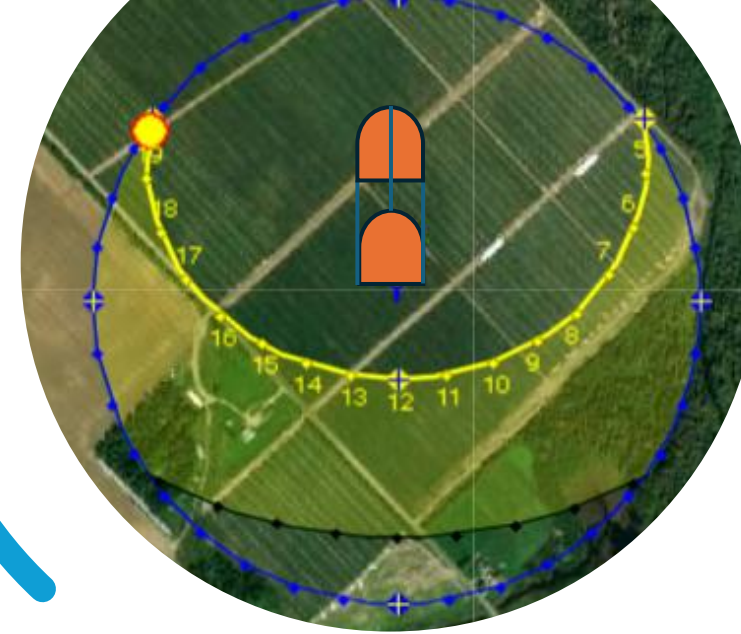
2. Emplacement du site

- **C'est le point de départ de tout projet:**
 - Si l'emplacement est mal choisi, il faudra vivre avec!
- **Différents facteurs entrent en jeu:**
 - Captation de la lumière et période de production
 - Direction du vent
 - Pente du terrain



2. Emplacement du site

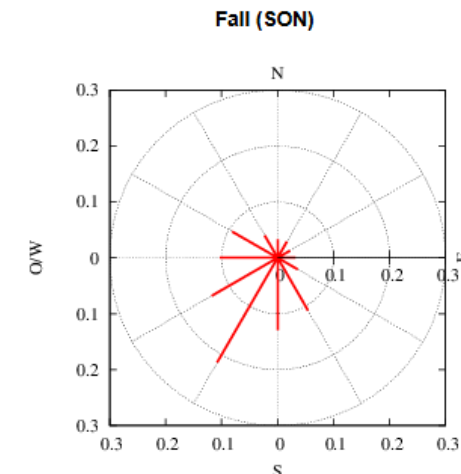
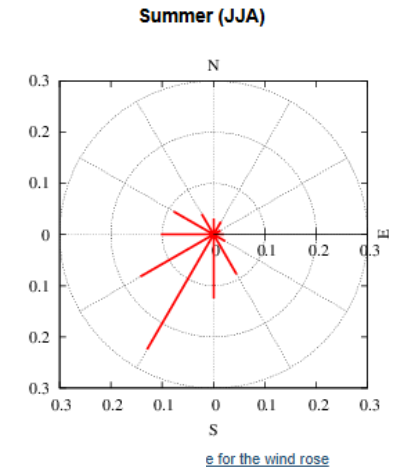
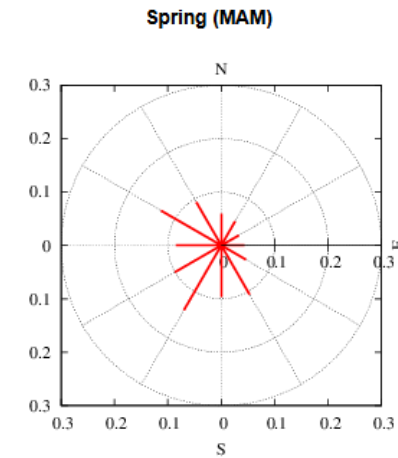
- Captation de la lumière et période de production
- L'orientation Nord-sud permet une meilleure répartition de la lumière dans les tunnels pour une production estivale
- La lumière y est plus uniforme
- Moins d'accumulation de chaleur en mi-journée
- Outil: [SunEarthTools.com](https://www.sunearthtools.com/)



2. Emplacement du site

- **Ventilation**

- Dans le cas de tunnels individuels, une orientation perpendiculaire au vent dominant est préférable
 - Meilleure convection naturelle
- Dans le cas de tunnels jumelés, une orientation parallèle au vent dominant est préférable
 - Meilleure pénétration de l'air par les extrémités et diminution du risque sur la structure
- Mais d'où vient le vent?
 - Outil: [Wind Rose, Wind Speed Histogram, and Turbine Formula - Wind Atlas - Environment and Climate Change Canada](#)



2. Emplacement du site

- **Pente du terrain**
 - La pente du terrain est un facteur déterminant dans la position des tunnels
 - Ils doivent être orientés préférentiellement dans le sens de la pente
 - Cela favorise l'écoulement de l'air ainsi que de l'eau d'irrigation et de pluie
- **En conclusion:**
 - Les terrains au Québec sont généralement orientés à 45 degrés compte-tenu du fleuve et ils sont étroits
 - Il faut donc trouver le meilleur compromis en fonction des différents facteurs



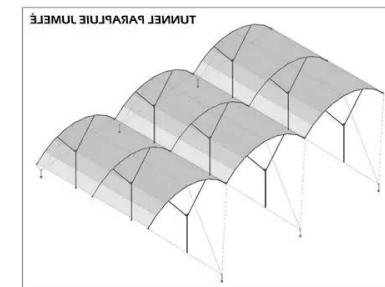
3. Types de tunnels et structure de production

- **Il y a plusieurs types de tunnels disponibles sur le marché**

- Tunnels parapluie
- Grands tunnels
- Grands tunnels avec ventilation au toit
 - Fixe
 - Mécanique
- Grands tunnels avec ventilation sur les côtés
 - Manuelle
 - Mécanique
- Avec ou sans gouttière de pluie
- Avec ou sans porte
- Etc!!!



Onésime Pouliot Solutions



Les Serres Guy Tessier



Les Industries Harnois

3. Types de tunnels et structure de production

- **Le choix du tunnel dépend:**
 - De vos préférences
 - De vos cultures
 - Du prix que vous êtes prêt à payer
- La meilleure façon de se faire une tête est d'aller visiter des entreprises et d'analyser les avantages et inconvénients de chaque modèle
- Il y en a pour tous les goûts et les budgets



JB Hydroponics



Meteor system



Haygrove

3. Types de tunnels et structure de production

- **Une fois le choix du type de tunnel effectué, il faut choisir:**

- La structure de production
 - Table top
 - Structure de tunnels plus légère
 - Facile à installer et s'adapte au terrain
 - Hauteurs et distances fixes dans le temps
 - Gouttières suspendues
 - Structure de tunnels plus lourde
 - Hauteur et espacement ajustables si nécessaire
 - Plus facile d'entretenir le couvre-sol
 - Risque d'oscillation si vent fort



Hydroponic systems, Spain

- | Exemple layout fraise tunnel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------------|--|
| Largeur culture | Pouce | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 31 | 0,7874 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | m | 0,434 | 0,79 | 0,348 | 0,79 | 0,348 | 0,79 | 0,348 | 0,79 | 0,348 | 0,79 | 0,348 | 0,79 | 0,348 | 0,79 | 0,348 | 0,79 | 0,434 | Total | |
| | | Pouce | 17,08 | 31,00 | 13,69 | 31,00 | 13,69 | 31,00 | 13,69 | 31,00 | 13,69 | 31,00 | 13,69 | 31,00 | 13,69 | 31,00 | 13,69 | 31,00 | 17,08 | 9,600 m | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 31,496 pieds | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,83 | 1,14 | | 1,14 | | 1,14 | | 1,14 | | 1,14 | | 1,14 | | 1,14 | | 0,83 | 9,600 m | | |
| | | | 7,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. Types de tunnels et structure de production

- **À quelle hauteur doit-on placer les gouttières?**

- Le top du pot devrait se situer à environ 1,3 à 1,4 m du sol
- Il faut penser à la taille des travailleurs étrangers et à la vitesse des travaux



4. Contenants et substrats

- **Préférez-vous cultiver en sacs ou en pots?**
- **Contenants de production**
 - Pots ou « trays »
 - Polyvalents et réutilisables
 - Doivent être adaptés à la gouttière utilisée
 - À nettoyer et à désinfecter à chaque saison
 - Nécessite un remplissage à la machine et de la manutention
 - Possible d'utiliser du coco (vrac ou « naked slab ») ou des substrats à base de tourbe
 - Principales compagnies:
 - Beekenkamp
 - Bato plastics
 - Meteor system
 - Plantlogic



4. Contenants et substrats

- **Contenants de production**

- Sacs de culture (coco)
 - Facile d'utilisation
 - Prêts à l'emploi mais demandent un plan de pré-perçage
 - Difficulté à planter de gros trays plants de 250cc
 - Attention à la distribution des goutteurs:
 - Danger réel d'assèchement des plugs
 - Déchets de plastique en fin de saison
 - Les principales compagnies sont:
 - Jiffy
 - Pelemix
 - Millenium
 - Botanicoir
 - Etc.



4. Contenants et substrats

- **Substrats**

- Ça c'est la question!!!!
- Le choix dépend beaucoup de la gestion de l'irrigation
- Les deux principales options sont:
 1. Coco
 2. Substrats à base de tourbe



Coco



Substrat à base de tourbe

4. Contenants et substrats

- **Substrats**

- 1. Coco

- 100% pith ou un mélange 70% pith et 30% husk chip
 - Contenu en air plus grand.
 - Moins de risque d'asphyxie racinaire
 - Pardonne davantage
 - Demande plus d'eau pour l'enracinement.
 - Il faut arroser fréquemment et avoir assez de goutteurs par bac
 - Attention: salinité élevée et tamponnage du substrat nécessaire avant usage
 - Attention au coco grossier!
 - Prix variable
 - Beaucoup de fournisseurs – délais de livraison très élevés



4. Contenants et substrats

• Substrats

2. Mélanges à base de tourbe

- Il existe beaucoup de mélanges adaptés pour la fraise
 - Varient en fonction des compagnies
- Contenu en eau plus grand
 - Moins de risque de stress hydrique de jour
 - Risque d'asphyxie racinaire plus grand
 - La gestion de l'humidité de nuit est essentielle
- Prêt à l'usage directement
- Enracinement plus facile au printemps
 - Attention de ne pas noyer les plants
- Disponibilité à l'année et rapidement



5. Types de plants, variétés et densité

- **C'est un paramètre vraiment important pour bien réussir**
 - C'est comme dans les livres « dont vous êtes le héros »
 - Amusez-vous à trouver ce qui vous convient selon vos conditions de culture
 - Il n'y a pas de « plug and play » de disponible
 - Il faut faire ses tests et essais sur la ferme



5. Types de plants, variétés et densité

- **Types de plants?**

- La culture de fraises demande des types de plants bien particuliers en fonction des objectifs que vous souhaitez réaliser.
- Voici les éléments à considérer
 - Photopériodisme:
 - Fraisiers à jour court ou à jour neutre?
 - Types de plants:
 - Plug
 - Mini-tray plant
 - Tray plant
 - Racines nues



5. Types de plants, variétés et densité

- **Fraisiers à jour court ou à jour neutre?**

- Jour court:

- Rendement programmé chez le pépiniériste
- Courte période de production mais intense en travailleurs
- Permet de combler des trous de production à l'entreprise
 - La date de plantation peut être déplacée facilement
- Variétés intéressantes: Clery, Jive, Yambu, Sonsation et bien d'autres



Rendement possible:

4,5 kg/m²

Jour court

Plantation
Début mai

Récolte
Mi-juin à mi juillet

5. Types de plants, variétés et densité

• Fraisiers à jour court ou à jour neutre?

• Jour neutre:

- Les fraisiers à jour neutre sont généralement utilisés pour la culture sous tunnels
- Production continue sur plusieurs mois (mi-juin à octobre)
- Nécessite une implantation tôt au printemps pour maximiser la production.
- Nécessite davantage de traitements phytosanitaires et travaux culturaux (effeuillage, peignage)
- Principales variétés: Albion, Florida beauty et Murano
 - Beaucoup d'autres sont disponibles et à l'essai



Rendement possible:

> 6 kg/m²

Jour neutre

Plantation
Début mai

Récolte
Mi-juin à mi octobre

5. Types de plants, variétés et densité



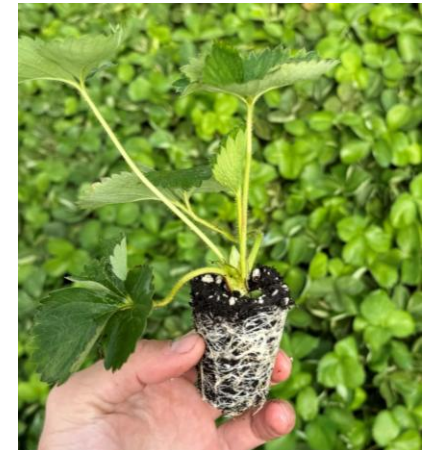
• Types de plants?

- Tray plant
 - Plants en motte de 250 cc
 - Gros plants avec un premier flush important
 - 3-4 cœurs et 4-5 hampes florales initiées
 - Temps d'implantation plus court et rendement plus hâtif
 - Plus cher à l'achat
- Mini-tray plant:
 - Plants en motte de 135 cc
 - Production plus constante sur la saison
 - 1-2 cœurs et 2-3 hampes florales initiées
 - Temps d'implantation plus long
 - Moins cher à l'achat



5. Types de plants, variétés et densité

- Types de plants?
 - Racines nues
 - À utiliser qu'en dernier recours
 - Temps d'implantation plus long et rendement moindre
 - Plants plus faciles à trouver et moins dispendieux
 - Permettent de se dépanner en cas de problèmes
 - Mottes
 - Peu ou pas utilisés en tunnel
 - Moins d'intérêt vs les autres plants en motte (tray et mini-tray)
 - Idéale pour une plantation en août au champ



5. Types de plants, variétés et densité

- **Densité?**

- Jour court

- Le potentiel de récolte est fixé par le type de plants et le pépiniériste.
 - Il faut donc exprimer ce potentiel
 - La saison de croissance est courte et les enjeux moindres
 - La densité recommandée est de **10 à 12 plants/m linéaire**

- Jour neutre

- La densité a une importance tout autre
 - La saison de production est longue et les enjeux de production sont élevés (phytoprotection, travaux culturels, etc)
 - La densité recommandée est de **6 à 8 plants/m linéaire**

6. L'irrigation

- L'irrigation a une importance cruciale dans la réussite de la culture en tunnel
- Les stratégies d'irrigation sont très différentes de celles utilisées en champ.
 - En tunnel on est davantage en mode petits cycles fréquents que très gros cycles espacés
 - Le volume de substrat est limité comparativement au champ.

**Il n'y a pas de nappe phréatique ni pluie
pour nous sauver la vie en cas de
sécheresse!**

6. L'irrigation

- **Le fraisier a un système racinaire très sensible. Voici les principaux points à surveiller:**

- Système racinaire fin et ramifié
- Très sensible aux variations de l'humidité dans le substrat
 - Zone de confort d'humidité racinaire étroite
- Sensible à l'asphyxie
- Nécessite un bon contact entre les racines et le substrat
 - Attention aux substrats grossiers
- Très sensible aux salinités élevées
 - Viser 2 mS/cm et moins



6. L'irrigation

- Et la cerise sur le sundae est que la stratégie d'irrigation va varier grandement selon:
 - Le moment de l'année
 - La densité de culture
 - Le débit et la densité de goutteurs
 - La météo (ensoleillement, humidité, température, vent)
 - Le substrat
 - La qualité de l'eau
 - Etc...

« Eau » secours!!!!



6. L'irrigation

- Il est important de prévoir l'utilisation d'outils d'aide à la décision:
 - Sonde TDR, tensiomètre, etc



- Tensiomètre
(Irrrometer)



- Sonde TDR
(GHL)

6. L'irrigation

- **En l'absence de sondes, voici des éléments règles du pouce pour débuter:**

- Démarrer les cycles environ 2h après le lever du soleil
- Le 2^e cycle devrait lessiver (maximum au 3^e)
- Volume par cycle de 2 à 3% du volume du substrat
- Lessivage observé de 3-4h après le lever du soleil
- 60% de l'eau donné en lumière montante
- Éviter que les racines baignent dans l'eau en fin de journée
- Viser une salinité en 1,1 et 1,5 mS et un pH entre 5,5 et 5,8 à l'envoi
- Lessivage journalier entre 10 et 30%



7. Travaux

- Il faut prévoir différents travaux au cours de la saison
- Ces travaux vont aider à :
 - Équilibrer les plants
 - Accroître les rendements
 - Faciliter la récolte
 - Diminuer les enjeux phytosanitaires



7. Travaux

• Voici les principaux travaux à réaliser:

- Enlever les stolons
 - Dès que visible
- Peignage:
 - Aux 2 semaines de préférence
 - Consiste à sortir les hampes florales de la canopée et de placer les feuilles derrière la corde
- Effeuilage:
 - Au besoin (2 à 3 fois/saison)
 - Le cœur du plant doit respirer
 - Après les flushs pour aider la reprise des plants
- Récolte
 - Aux 2 à 3 jours



8. Phytoprotection

- Les enjeux de phytoprotection sont importants en tunnel mais partiellement différents de ceux du champ
- Davantage pour les fraisiers à jour neutre que ceux à jour court
- Les principaux enjeux sont:

8. Phytoprotection

- **Au niveau racinaire:**
 - En culture en substrat, on démarre la saison avec un substrat normalement exempt de pathogènes
 - Les risques viennent donc:
 - Des plants
 - De l'eau d'irrigation
 - Les principales problématiques sont donc:
 - *Néopestalotiopsis* sp.
 - *Phytophthora cactorum* (pourriture des racines et du collet)
 - *Colletotrichum fragariae* (pourriture interne du collet)



8. Phytoprotection

- **Au niveau racinaire:**
 - Stratégie de prévention et lutte:
 - Acheter des plants sains
 - Utiliser un nouveau substrat à chaque année
 - Gestion de l'irrigation et d'assèchement en fin de journée
 - Utilisation de biofongicides et de biostimulants racinaires



8. Phytoprotection

- **Au niveau foliaire et des fruits:**
 - Il y a beaucoup moins de risques qu'en champ dû à l'absence de précipitation
 - Il y a donc peu ou pas:
 - D'anthraxnose, de pourriture amère, de taches communes/pourpres et de taches angulaires
 - Les principales problématiques sont:
 - La moisissure grise

Et le..... BLANC (oïdium)



8. Phytoprotection

- **Le blanc ou oïdium est la principale maladie d'importance dans le fraisier en tunnel**

- Causé par le champignon *Podosphaera aphanis* (syn. *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*)
- Elle est favorisée par:
 - Des variétés sensibles
 - Les alternances de conditions humides (nuit) et sèches (jour)
 - Des températures optimales entre 18 et 25°C
 - Trop de feuilles et un manque de circulation d'air

Et l'important est de

8. Phytoprotection

« Ne jamais laisser pousser les Baobabs »



Le Petit Prince, Antoine de Saint Exupéry



8. Phytoprotection

- Il faut donc débuter des traitements systémiques préventifs dès le début de saison
- De vous assurer d'avoir un excellent pulvérisateur à air pulsé si possible
- De vous assurer de l'uniformité et de l'efficacité des traitements



8. Phytoprotection

- Et du côté insectes/acariens:
 - On retrouve principalement:
 - Les tétranyques à deux points
 - Les thrips
 - Les tarsonèmes
 - Les punaises
- La pollinisation par les bourdons et l'utilisation d'acariens prédateurs sont d'un grand secours



Conclusion

- Avec le suivi de ces points de Pareto, il est donc:
 - Possible d'aller chercher un excellent rendement dans la culture de la fraise en tunnel
 - D'améliorer l'efficacité et les temps de cueillette
 - De maximiser la qualité des fruits cueillis
 - De sécuriser la culture face aux aléas climatiques
 - Et d'y prendre plaisir et de bien dormir!

Des questions???





Merci beaucoup