

Fertilisation

1

Les besoins minéraux des cultures

La serre; ce n'est pas le champ

- ▶ Besoins en azote : 135 kg/ha en champ vs 1800 kg/ha serre
- ▶ Rendement :
 - ▶ Annuel : Champ : 30-50 t/ha, serre 600-700t/ha; 20t/ha en été
 - ▶ La serre fait en 2.5 semaines ce que fait le champ pour toute la saison
 - ▶ Champ : Bicycle = on s'ajuste au visuel actuel
 - ▶ Serre : Formule 1 = faut accélérer avant d'être sur la piste de course, on s'ajuste après
 - ▶ Durée des récoltes : champ : 6 semaines, serre : 44 semaines
 - ▶ En champ : on fait des recommandations pour toute la saison
 - ▶ En serre : la recommandation de base (chiffrier) sert à embarquer sur la piste de course, on suit ensuite les indications sur la route et on s'ajuste

2

Les besoins minéraux des cultures

La serre, ce n'est pas le champ : Oxyde vs éléments

- ▶ Agronome de champ pense en Oxyde : N-P2O5-K2O-MgO
- ▶ Agronome de serre pense en élément : N-P-K-Mg
- ▶ 20-20-20 = 20-8,8-16,6

Forme Ox	Poids atomique		Engrais + oxyde			% Atome/tot
	Atome	P.A.	O	Engrais	Total	
	O	16,0				
P2O5	P	31,0	80,0	61,9	141,9	0,44
K2O	K	39,0	16,0	78,0	94,0	0,83
MgO	Mg	12,0	16,0	24,3	40,3	0,60

3

Les besoins minéraux des cultures

La serre, ce n'est pas le champ : effet de l'absence de précipitations

- ▶ Vous allez vivre avec vos erreurs
 - ▶ Pas de pluies qui lessivent
 - ▶ Qualité de l'eau importante
 - ▶ Sodium : déstructuration du sol, toxicité
 - ▶ Éléments fertilisants : Ca, Mg
 - ▶ Alcalinité : Fertilisants + alcalinité = pH élevé
 - ▶ Blocage des minéraux (surtout les mineurs)
 - ▶ Précipitation de P-Ca (peut être un avantage environnemental)
 - ▶ Pas d'acidification par les lessivages et la pluie
 - ▶ Pas de fonte des neiges

4

Les besoins minéraux des cultures (base de rendements)

Table 4.5
Tomato plant nutrient requirements.

Yield expectation (kg/m ²)	N g/m ²	P g/m ²	K g/m ²	Mg g/m ²
10	32	4	52	5
25	70	10	114	12
40	92	16	148	20

* adapted from various sources, see Appendix B. Leaf nutrient content given in Appendix C.

Table.4.23
Cucumber plant nutrient requirements.

Yield expectation (kg/m ²)	N (g/m ²)	P (g/m ²)	K (g/m ²)	Mg (g/m ²)
15	25	6	44	7
25	38	10	65	13
40	56	16	88	20

Source: adapted from various sources, see Appendix B. Leaf nutrient contents are given in Appendix C.

Koller et al. 2016



5

Les besoins minéraux des cultures

Table 4.1
Pepper plant nutrient requirements

Yield expectation (kg/m ²)	N g/m ²	P g/m ²	K g/m ²	Mg g/m ²
10	36	5	43	4
25	59	8	70	7
40	81	11	97	9

* adapted from various sources, see Appendix B. Leaf nutrient contents are given in Appendix C.

Table.4.39
Lettuce plant nutrient requirements.

Yield expectation (kg/m ²)	N (g/m ²)	P (g/m ²)	K (g/m ²)	Mg (g/m ²)
2.5	5	1	8	0.8
4	8	1.6	13	1.2
6	12	2.4	19	1.8

Source: adapted from various sources, see Appendix B. Leaf nutrient contents are given in Appendix C.

Koller et al. 2016



6

Les besoins minéraux des cultures (base de période = ensoleillement)

Tomate hydroponique plantée en mi-décembre et fin des récolte en fin novembre

Estimation de la consommation hebdomadaire en fertilisant de la culture de tomate de serre ¹											
Superficie (m2)	10000	Nb plate-bande		1							
Semaine du calendrier	g/plate-bande					mg/plate-bande					
Sem	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	Mo	B
1 à 4	21252,000	5023,200	34003,200	12320,000	4533,760	70560,000	2268,000	31920,000	20160,000	4200,000	13440,000
5 à 8	27284,954	6449,171	43655,926	15817,364	5820,790	90590,360	2911,833	40981,353	25882,960	5392,283	17255,307
9 à 12	37480,202	8858,957	59968,323	21727,653	7995,776	124440,196	3999,863	56294,374	35554,342	7407,155	23702,894
13 à 16	42513,028	10048,534	68020,845	24645,234	9069,446	141149,974	4536,963	63853,560	40328,564	8401,784	26885,709
17 à 20	47313,506	11183,192	75701,609	27428,119	10093,548	157088,320	5049,267	71063,764	44882,377	9350,495	29921,585
21 à 24	48446,388	11450,964	77514,221	28084,863	10335,229	160849,667	5170,168	72765,326	45957,048	9574,385	30638,032
25 à 28	49037,667	11590,721	78460,268	28427,633	10461,369	162812,808	5233,269	73653,413	46517,945	9691,239	31011,964
29 à 32	45454,846	10743,873	72727,753	26350,635	9697,034	150917,274	4850,912	68272,100	43119,221	8983,171	28746,148
33 à 36	50684,071	11979,871	81094,513	29382,070	10812,602	168279,128	5408,972	76126,272	48079,751	10016,616	32053,167
37 à 40	37269,712	8809,205	59631,538	21605,630	7950,872	123741,335	3977,400	55978,223	35354,667	7365,656	23569,778
41 à 44	23121,704	5465,130	36994,726	13403,886	4932,630	76767,712	2467,534	34728,251	21933,632	4569,507	14622,421

7

Les besoins minéraux des cultures

Simplifions-nous la vie; Parlons ratio (équilibre nutritif) = stade; ce sera plus facile :
Hydroponique

Ratios désirés en culture hydroponique au goutteur						
Recette type	Stade	K/N	K/Ca	K/Mg		
extra Ca Jeune	Jeune	1,3	1,2	6,1	T	Tomate
Standard	TF3-F5	1,5	1,7	6,5	F	Floraison
Extra K	TF6-R2	1,8	2,3	8,4	R	Récolte
Standard	TR3-Fin	1,5	1,7	6,5	C	Concombre
Extra Ca - Mg	Ccig-Fin	1,3	1,6	8,0	cig	cigar size (4 po)
Extra Ca + Ca - Mg	Ccig-Fin + P	1,3	1,2	8,0	P	Poivron
Extra Ca + Ca	Ccig-Fin + P + A	1,3	1,2	6,2	A	Aubergine
Feuillus	Laitue (NFT)	1,2	1,3	4,5		

8

Les besoins minéraux des cultures

Parlons ratio (équilibre nutritif) = stade;
ce sera plus facile : Culture biologique

Données de base

Consommation tomate 12 mois (tout inclus sans lessivage)

Ajustement par culture : Les couleurs indiquent les besoins en modification de recette.

Sem Julien	Tomate			Concombre et Haricot			Poisson			Aubergine		
	% Crois ^a	Stade	K/N	% Crois	Stade	K/N	% Crois	Stade	K/N	% Crois	Stade	K/N
1	30	F1	1,3				10	Veg	1,3	10	Veg	1,3
2	45	F1,6	1,3				15	Veg	1,3	20	Veg	1,3
3	60	F2,3	1,3				20	Fr1	1,3	30	Fr1	1,3
4	70	F3	1,3	10	Veg	1,3	30	Fr2	1,3	40	Fr2	1,3
5	80	F4	1,5	30	Veg	1,3	40	Fr ≥ 1po	1,3	50	Fr3	1,3
6	90	F5	1,5	70	Clgar	1,5	50	Gros	1,3	60	Rec	1,3
7	100	F6	1,6	100	Réc	1,5	60	Gros	1,3	70	Rec	1,3
8	100	F7	1,6				70	Gros	1,3	80	Rec	1,3
9	100	Rec	1,6				75	Gros	1,3	80	Rec	1,3
10			1,6				80	Gros	1,3	100	Rec	1,3
11			1,6				85	Gros	1,3			
12			1,6				90	Réc	1,3			
13			1,6				95	Réc	1,3			
14			1,6				100	Réc	1,3			

a- 100% équivaut à un plant de près de 6pi

9

Les besoins minéraux des cultures

Parlons ratio = stade vs lumière X CO₂;
Moins facile mais!!!:

- ▶ Si vous plantez
 - ▶ En Janvier?
 - ▶ En Mai?
- ▶ Ça varie du simple au double
- ▶ Mais nous avons des outils

Semaine du calendrier	g	
Sem	N	P
1 à 4	21252,000	5023,200
5 à 8	27284,954	6449,171
9 à 12	37480,202	8858,957
13 à 16	42513,028	10048,534
17 à 20	47313,506	11183,192
21 à 24	48446,388	11450,964
25 à 28	49037,667	11590,721
29 à 32	45454,846	10743,873
33 à 36	50684,071	11979,871
37 à 40	37269,712	8809,205
41 à 44	23121,704	5465,130

10

Les besoins minéraux des cultures

Parlons ratio = stade vs lumière X CO₂; Moins facile mais!!!: Culture hydroponique

- ▶ Pas de paniques
 - ▶ Vous arrosez environ
 - ▶ Janvier : 1,7 L X 3,5 mS/cm = 5,95 ECL
 - ▶ Mai : 5 L X 2,5 mS/cm = 12,5 ECL
 - ▶ Plus du double = OK
 - ▶ Et si votre plant est jeune (% de croissance), vous donnez moins d'eau; donc moins d'engrais; Ça va bien

11

Les recettes : Qualité de l'eau

- ▶ **Voici quelques points importants à observer pour déterminer la qualité de l'eau :**
 - ▶ Teneur en sels solubles (salinité)
 - ▶ Rapport d'absorption du sodium (R.A.S.)
 - ▶ Concentration en certains éléments et composés majeurs
 - ▶ Présence de quantités toxiques de certains oligo-éléments
 - ▶ Alcalinité
 - ▶ Présence d'éléments phytotoxiques (pesticides et herbicides). Bien identifier les sources...
 - ▶ Présence de particules en suspension

12

Les recettes : Qualité de l'eau

- Une eau de mauvaise qualité peut diminuer les rendements car :

- Excès de salinité
- Déséquilibre nutritif
- Toxicité de certains éléments
- Colmatage du système d'irrigation
- Inactivation de certains pesticides

				301405 Échantillon 19/11/20
Analyse d'eau	Spec min	Spec max		
Alcalinité (ppm)	0	50	↑	343.56
Chlorure (ppm)	0	50	↑	611.72
pH	-	-		7.65
Conductivité électrique (mmhos/cm)	0	1	↑	2.91
Nitrate (N-NO ₃) (ppm)	0	5		< 0.6
Ammonium (N-NH ₄) (ppm)	0	5		0.4
Phosphore (ppm)	0	5		< 0.21
Potassium (ppm)	0	5	↑	7.7
Calcium (ppm)	0	120	↑	158.1
Magnésium (ppm)	0	25	↑	33.2
Sulfate (ppm)	0	100	↑	212.7
Bore (ppm)	-	-		0.23
Cuivre (ppm)	0	0.2		< 0.03
Fer (ppm)	0	0.5		< 0.05
Manganèse (ppm)	0	1		0.07
Molybdène (ppm)	0	0.05		< 0.02
Zinc (ppm)	0	0.5	↑	3.95
Aluminium (ppm)	0	0.2		0.01
Sodium (ppm)	0	30	↑	426.9
RAS	-	-		8.05

13

Recettes hydroponiques : solutions désirées

Recette type	Stade	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cl	CE dri p	Alcalinité
extra Ca Jeune	Jeune	231,0	62,0	292,0	240,0	48,0	0,0	1,00	20,0	2,4	80,0
Standard	TF3-F5	241,0	46,5	370,5	216,0	57,0	0,0	1,00	0,0	2,6	80,0
Extra K	TF6-R2	240,0	46,5	437,0	191,0	52,0	0,0	1,00	0,0	2,6	80,0
Standard	TR3-Fin	240,0	46,5	370,0	216,0	57,0	0,0	1,00	0,0	2,9	80,0
Extra Ca - Mg	Ccig-Fin	240,0	39,0	312,0	200,0	39,0	0,0	1,00	0,0	2,2	80,0
Extra Ca + Ca - Mg	Ccig-Fin + P	240,0	39,0	312,0	260,0	39,0	0,0	1,00	0,0	2,5	80,0
Extra Ca + Ca	Ccig-Fin + P + A	240,0	39,0	312,0	260,0	50,0	0,0	1,00	0,0	2,6	80,0
Feuillus	Laitue (NFT)	145,0	35,0	180,0	140,0	40,0	0,0	3,00	0,0	1,6	80,0

Recette type	Stade	Cu	Mn	Zn	Mb	B
extra Ca Jeune	Jeune	0,05	0,55	0,33	0,05	0,32
Standard	TF3-F5	0,05	0,55	0,33	0,05	0,32
Extra K	TF6-R2	0,05	0,55	0,33	0,05	0,32
Standard	TR3-Fin	0,05	0,55	0,33	0,05	0,32
Extra Ca - Mg	Ccig-Fin	0,05	0,55	0,33	0,05	0,32
Extra Ca + Ca - Mg	Ccig-Fin + P	0,05	0,55	0,33	0,05	0,32
Extra Ca + Ca	Ccig-Fin + P + A	0,05	0,55	0,33	0,05	0,32
Feuillus	Laitue (NFT)	0,03	1,50	0,20	0,05	0,30

14

Recettes hydroponiques : éléments majeurs utilisés

Source d'engrais généralement utilisés en légumes de serre (%)									
Éléments Majeurs + fer									
Engrais	N-NO3	N-NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	S-SO4	Cl
Nitrate de calcium	14,5	1			19				
Nitrate de potassium	13,8			38,2					
Fe-EDTA							13,2		
Fe-DTPA-7							7		
Fe-DTPA-11							11		
KH2PO4 (Mono-potassium Phosphate)			22,7	28,3					
K2SO4 (sulfate de potassium)				41,7				55,5	
MgSO4 (sel d'Epsom)						9,9		13	
Autres Majeurs									
Engrais	N-NO3	N-NH4	P	K	Ca	Mg	Fe	S-SO4	Cl
Nitrate d'ammonium	17	17							
Nitrate de magnésium	11					9,6			
PureCal	13				18				
Chlorure de Calcium					29,9				53
Calcium chélaté (10%) Ca-EDTA					10				
PeKacide (0-60-20)			26,2	16,6					
Muriate de potassium				49,8					45
Bicarbonate de potassium				38?					
Silicate de potassium				10,37					
Fe-EDDHA Q-FE-6							6		

15

Recettes hydroponiques : éléments mineurs utilisés

		%
Fer	Fe-EDTA 13.2%	13,2
	Fe-DTPA 11%	11,0
	Fe-DTPA 7%	7,0
	Fe-EDDHA Q-FE-6	6,0
Cuivre	Sulfate	25,0
	Chelate	14,0
Manganèse	Sulfate	29,5
	Chelate	13,0
Zinc	Sulfate	35,0
	Chelate	14,0
Bore	Borax	15,0
	Acide	17,5
	Solubore	20,0

16

Recettes hydroponiques : Outil de calcul

Solution A et B C Essai

mg	0,6	7,5	12,0	4,0	24,3	2,43
PA	18,0	39,0	20,0	12,0		

En PPM

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	G	CE dr (p)	cal (ml)
231,0	62,0	292,0	240,0	48,0	0,0	1,00	0,0	3,6	89,0

Solution désirée :
 Effet Analyse d'eau : 69,5 5,2 68,0 76,4 19,4 0,0 1,7 290,0
 Choix des chlorures (0-1) : 0,0 0,0
 Effet chlorure : 0,0 0,0 0,0

Choix de l'acide (0-1) : 0,3 0,7 210,0
 Acide Nitrique : 12,0
 Acide Phosphor. : 61,7

Éléments à ajouter : 149,5 0,0 228,0 163,6 37,6 1,00
 Nitrate de Ca : 133,4 163,6
 Chélate de Fer : -4,9 -6,2 1,00
 Monopot. Phos. : 16,0 4,9 292,2 0,0 37,6 0,00

Éléments à ajouter : 16,0 44,7
 Nitrate de Potas. : 0,0 167,4
 Éléments à ajouter : 0,0 81,0
 Nitrate ammonium : 0,0
 Sulfate de Potas. : 0,0 167,4
 Nitrate de Mg : 0,0 0,0 81,0
 Sul f./oxyde de Mg : 0,0 37,6 49,6

Solution théorique : 231,0 62,0 292,0 240,0 48,0 130,6 1,00
 % d'ammonium : 0,7 SO4 391,8

Solution C

Cu	Mn	Zn	Mb	B
0,00	0,02	0,01	0,00	0,00

En PPM
 Solution désirée :
 Analyse d'eau : 0,01 0,01 0,01 0,02 0,02
 Éléments à ajouter : 0,04 0,54 0,32 0,03 0,30
 Cuivre : 0,04
 Manganèse : 0,54
 Zinc : 0,32
 Molybdène : 0,03
 Bore : 0,30
 Éléments à ajouter : 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
 Solution théorique : 0,05 0,55 0,33 0,05 0,32

17

Recettes hydroponiques : exemple de recette 200 litres concentré 100 X = 20 000L de solution nutritive

Par Jacques Thériault agr. Climax Conseils

Tomate plantation à F2, concombre plantation à cigar size

Solution A # Litres: 200 Concentr.: 100 # de gramme kg Lbs

Nitrate de Calcium	Nitrate: 14,5 %	Calcium	19,0 %	17219,1 g	17,22	####
Ammonium	1,0 %			0,00	0,00	
Chlorure de Calcium	Chlorure: 53,0 %	Calcium	29,9 %	0,0	0,00	0,00
Nitrate de Potassium	Nitrate: 13,8 %	Potassium	38,2 %	1166,6 g	1,17	2,57
Fe-DTPA 11%	Fer: 11,0 %			181,8 g	0,18	0,40
Nitrate d'Ammonium	Nitrate: 17,0 %	Ammonium	17,0 %	0,0 g	0,00	0,00

Solution B # Litres: 200 Concentr.: 100 # de gramme kg Lbs

Nitrate de Potassium	Nitrate: 13,8 %	Potassium	38,3 %	1166,6 g	1,17	2,57
Monopotassium Phosphate	Phosphore: 22,7 %	Potassium	28,3 %	-434,2 g	-0,43	####
Sulfate de Potassium	Sulfate: 16,0 %	Potassium	41,7 %	8998,5 g	9,00	####
Chlorure de potassium	Chlorure: 45,0 %	Potassium	49,8 %	0,0	0,00	0,00
Nitrate de Magnésium	Nitrate: 11,0 %	Magnésium	9,9 %	0,0 g	0,00	0,00
Sul f. ou oxy. Magnésium	sulfate: 13,0 %	Magnésium	9,9 %	7630,3 g	7,63	####
Introduire : 0,7 litres de solution C						

Éléments mineurs

Solution C # Litres: 20 Concentr.: 20000 # de gramme

Sulfate cuivre	25,0	68,9 g
Sulfate Manganèse	29,5	731,6 g
Sulfate Zinc	35,0	361,3 g
Sulfure molybdène	46,0	38,4 g
Acide Bore	17,5	683,8 g

Solution D Litres dans 1,85 Acide Nitrique 67% 21,0
 Litres dans 4,48 Acide phosphorique 7 39,7

18

Recettes biologiques : Choix des fertilisants

Trier B6-Bx à Adx		Objectif										Stade					Prévision (sem)	Commentaires		
Choix (1)	Source	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	Mo	B	S	R	P	F4			R	
K	Sulfate de potassium 0-0-50			42%															0,2	
Mg	Farine de luzerne	3%	0,16	2,40%	1,9	0,23														
N	Farine de plume 13-0-0	13,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%													1	
P	BioSol	1,2%	0,3%	0,5%	1,0%	0,0%													1	
	Sul-Po-Mag 0-0-22			18%		11%														
	Actisol 5-3-2	5,0%	1,3%	1,7%	7,0%	0,5%	0,0%													
	Farine de sang 12-0-0	12%																		
	Actisol 4-6-8	4,0%	2,6%	6,6%	6,0%															
	Sulfate de magnésium					9,9%														0,2
	BioFert Rapidegro 0-0-5			4,15%																
	Nature Nectar 5-0-0	5%																		
	Alfalfa green	3,0%	0,2%	2,8%	1,9%	0,3%	0,1%	0,001%	0,006%	0,003%	0,006%	0,003%								
	Eco+ 5-4-3	5%	2%	2%																
	Actisol 4-4-2	4,0%	1,8%	1,7%	7,0%	0,5%														
	Compost	1,0%	0,4%	0,8%	0,5%															
	Basalte 0-0-4			3,4%	3,0%	3,0%														26 Si pH assez bas

21

Recettes biologiques : fabrication de la recette

Tomate : Recommandation de fertilisants (g/plate-bande/sem)					
Engrais	Plantation à F3	F4-F5	F6-Rec	Chaleur	15-sept
Actisol 5-3-2	221473,9	847978,6	1995243,8	658563,7	998322,6
Farine de plume 13-0-0	0,0	0,0	-338837,3	312525,5	44895,0
Sulfate de magnésium	47450,1	161267,5	139341,5	141095,4	69719,7
Sulfate de potassium 0-0-5	-8859,0	51664,6	349787,1	257248,8	94410,4
F3 = floraison 3 ^{ème} grappe Rec = récolte Chaleur = jour > 30°C					
Concombre et haricot : Recommandation de fertilisants (g/plate-bande/sem)					
Engrais	PI-Cigar	Cigar-rec	Rec été	Rec chaleur	15-sept
Actisol 5-3-2	232983,1731	465966,346	504898,847	635408,654	499161,303
Farine de plume 13-0-0	0	0	239602,885	301537,124	236880,098
Sulfate de magnésium	44308,43935	88616,8787	96021,0115	120841,198	94929,8528
Sulfate de potassium 0-0-5	47741,9013	113041,104	122485,933	154146,959	121094,034
PI-Cigar = Plantation à fruit de 4po Rec = Récolte					
Poivron et Aubergine : Recommandation de fertilisants (g/plate-bande/sem)					
Engrais	PI-Fr2	Fr 1po-4pi	Récolte	Rec chaleur	15-sept
Actisol 5-3-2	116491,5865	249405,475	378674,135	610447,308	499161,303
Farine de plume 13-0-0	55281,80616	118356,918	179702,164	289691,563	236880,098
Sulfate de magnésium	22154,21967	47431,6116	72015,7586	116094,082	94929,8528
Sulfate de potassium 0-0-5	23870,95065	51107,0882	77596,2614	125090,215	102285,969
Fr2 = 2 fruits noués Fr 1po à 4 pi = Fruits de 1 po à plant haut de 4 pi					

22

Recette biologique : Étêtage

- ▶ Planifier la fin de la fertilisation
 - ▶ Arrêter la minéralisation
 - ▶ Effet salin
 - ▶ Perte financière
 - ▶ Préparer la saison prochaine
 - ▶ Culture d'hiver
 - ▶ Plantation de l'an prochain

23

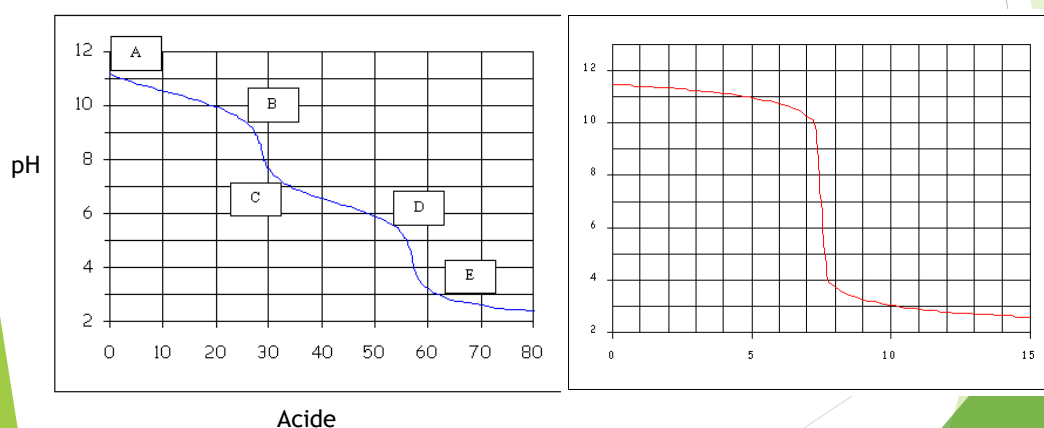
Techniques d'application en sol

- ▶ Éléments solides
 - ▶ Un coté de plate-bande par semaine sous polythène
 - ▶ Humectation constante (position des drip-tape)
 - ▶ Bâche plastique protège de l'assèchement
 - ▶ Bien positionner l'engrais
 - ▶ Stratégie d'irrigation doit permettre l'humectation régulière (problématique de fin d'automne et hiver)
- ▶ Éléments solubles
 - ▶ Dans l'irrigation : doit tenir compte des besoins en eau ou ajout régulier

24

Le pH

- Alcalinité = effet tampon (inverse du pH tampon)

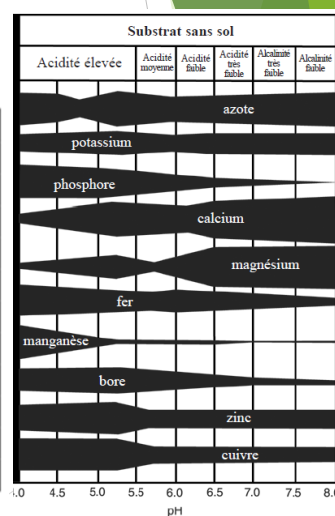


25

Le pH en hydroponie

Principaux problèmes causés par un déséquilibre du pH*

pH trop bas (≤ 5.5)	pH trop élevé (≥ 6.5)
Risque d'intoxication en :	Risque de carence en :
Fer	Fer
Manganèse	Manganèse
Zinc	Zinc
Cuivre	Cuivre
Ammoniac (NH_4^+)	Bore
Risque de carence en :	
Calcium	
Magnésium	
Risque de lessivage en :	
Phosphates (PO_4^{3-}) (en substrat)	



26

Le pH en hydroponique

▶ pH de 4.5 ou inférieur :

- ▶ Brûlure des racelles
- ▶ Dégradation de la structure de la laine de roche.
- ▶ En pratique, évitez les pH < 5 au goutteur et dans le substrat.

▶ pH de 6.2 et plus :

- ▶ Précipitation du Ca et/ou Mg avec P ⇒ Phosphate de calcium et/ou de magnésium.
 - ▶ Diminution de disponibilité,
 - ▶ Colmatage du système d'irrigation.
- ▶ Le Fer chélaté EDTA (Fe 13%) peut être brisé et ne plus être disponible à la plante.
 - ▶ Utiliser le Fe-DTPA en cas de risque.

27

Le pH en hydroponique

- ▶ En culture vraiment hydroponique (NFT), substrats de faibles volumes et substrats inertes (laine de roche):
 - ▶ L'impact de l'alcalinité de l'eau devient beaucoup plus importante et l'ajustement du pH de l'eau d'irrigation aussi.
 - ▶ Il est préférable de toujours maintenir un certain tampon en visant 50 ppm de CaCO_3 (80 ppm avant l'ajout des engrais), pour éviter une baisse rapide du pH et une meilleure uniformité dans le substrat (zones acides)
 - ▶ La plante a le plus **grand** pouvoir de modification du pH et non l'acide que vous ajoutez.

28

Le pH en hydroponique

- ▶ La solution d'apport : pH de 5.5 à 6.0
 - ▶ Évite les risques de colmatage
- ▶ Autre façon d'acidifier :
 - ▶ Ajouter de l'ammonium: 10% max au printemps et 6% en été.
- ▶ NB: Le nitrate de calcium standard contient déjà 1% d'ammonium alors que le Purecal n'en contient pas.

29

Le pH en hydroponique

Tableau 1: Neutralisation de l'alcalinité de l'eau avec les acides et PPM apportés par 100 ml d'acide

ACIDE		CONCENTRATION	Quantité pour neutraliser			PPM apportés par 100 ml d'acide
			100 ppm CaCO ₃ dans 1000 litres			
		%	grammes	ml	apporte	
NITRIQUE	(HNO ₃)	67	187	131	28 ppm	21 ppm de N
PHOSPHORIQUE	(H ₃ PO ₄)	85	223	131	58 ppm P	44 ppm de P
SULFURIQUE	(H ₂ SO ₄)	35	280	221	32 ppm S	43 ppm SO ₄
		93	105	57	32 ppm S	168 ppm SO ₄
CITRIQUE	(C ₆ H ₈ O ₇)	ANHYDRE ¹	100	192	-	
		LIQUIDE	50	384	310	

Notes:

1 Produit solide

2 Toutes les données du tableau concernant les concentrations et les quantités pour neutraliser 100 PPM de CaCO₃ proviennent de M. Claude Gélinas agr.

30

Le pH en hydroponique

DEUX RÈGLES À NE PAS OUBLIER

- ▶ RÈGLE NO 1:
 - ▶ AJOUTER TOUJOURS L'ACIDE À L'EAU = BRAVO!
 - ▶ JAMAIS L'INVERSE...ÇA RISQUE D'EXPLOSER!!!
 - ▶ EAU DANS L'ACIDE = SUICIDE!
- ▶ RÈGLE NO 2: INJECTER L'ACIDE AVANT L'ENGRAIS, C'EST VRAI!
 - ▶ POUR ÉVITER DE FORMER DES PRÉCIPITÉS.

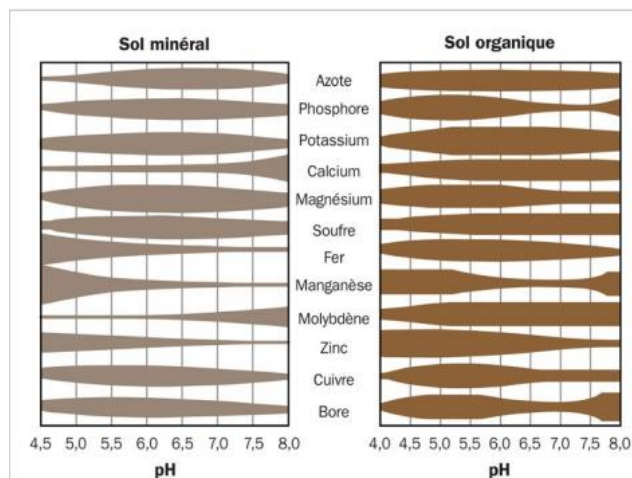
31

Le pH en hydroponique

- ▶ Le pH comme indicateur physiologique
 - ▶ Quand le pH monte ou que la consommation d'acide augmente (en NFT), c'est un signe que la plante a une réaction végétative. Rééquilibrer la plante.
 - ▶ Quand le pH descend,
 - ▶ on peut être en présence d'une réaction reproductive de la plante
 - ▶ il peut s'agir d'un cas de mortalité racinaire (asphyxie, accident d'irrigation, assèchement trop important, etc.).
 - ▶ Corriger l'arrosage et rééquilibrer la plante

32

Le pH en sol



Disponibilité des minéraux en fonction du pH du sol (OMAFRA)

33

Le pH en sol

- ▶ En sol, la CEC (capacité d'échange cationique) a :
 - ▶ un certain pouvoir d'adsorber
 - ▶ La capacité de retenir des éléments
 - ▶ Le pouvoir de résister aux variations de pH.
 - ▶ Si l'eau d'arrosage a un pH élevé et une forte alcalinité
 - ▶ Effet faible sur le pH du sol à court terme, surtout si le volume est élevé.
 - ▶ Ce sera le tampon de l'alcalinité de l'eau (effet basique) contre le pH tampon du sol (effet acide).
 - ▶ Si aucune mesure n'est prise (choix des engrais, etc.) le pH du sol augmentera avec les années.

34

Le pH en sol

Pour ceux qui auraient besoin de baisser le pH de leur sol.

- ▶ Les laboratoires utilisent une procédure de titration des sols à l'acide chlorhydrique.
 - ▶ Obj.: Calculer assez précisément la quantité de soufre à ajouter au substrat pour baisser le pH de ce dernier au niveau désiré.
- ▶ Réaction directement fonction de l'activité microbienne .
- ▶ Baisse de pH d'un sol ne se fait pas rapidement.
- ▶ Microbes responsables de la baisse du pH:
 - ▶ doivent digérer le soufre
 - ▶ ⇒ excréter de l'acide sulfurique
 - ▶ ⇒ Baisse du pH du substrat.
- ▶ Cependant, cette technique est considérée comme un effet à court terme
- ▶ Mouiller la surface du sol avant d'appliquer (poussière de soufre)

Tableau 3-5. Soufre pour l'acidification du sol

Type de sol	Pour chaque 1,0 unité de pH	Pour chaque 0,1 unité de pH
sable	350 kg/ha (313 lb/acre)	35 kg/ha (31 lb/acre)
loam sableux	750 kg/ha (670 lb/acre)	75 kg/ha (67 lb/acre)
loam	1 100 kg/ha (980 lb/acre)	110 kg/ha (98 lb/acre)

Exemple : le pH initial d'un sol de loam sableux est de 6,2 et le pH cible pour le bleuet est de 4,8. Il faut réduire le pH du sol de 6,2 à 4,8, soit de 1,4 unité. Par conséquent, $1,4 \times 750 = 1\ 050$ kg/ha de soufre doivent être épandus.

35

La salinité (Conductivité électrique =CE)

La salinité:

- ▶ Crée un effet de compétition pour l'eau entre le substrat et les racines (effet eau de mer).
- ▶ Salinité trop élevée = stress hydrique
- ▶ Salinité trop basse : la plante va exploser au point le plus faible (même en canicule) :
 - ▶ Fendillement des fruits
 - ▶ Éclatement des vaisseaux des fruits (mûrissement inégal)
- ▶ $1\text{mS/cm} = 35$ cm de colonne d'eau ou 3,5 kPa



36

Salinité = Tension osmotique Hydroponique vs sol

▶ Hydroponique

- ▶ Tension matricielle :
 - ▶ Jour : -1kPa
 - ▶ Nuit : -4,5 kPa
- ▶ Tension osmotique
 - ▶ Conductivité électrique (CE)
 - ▶ 1mS/cm = -33,3 kPa
 - ▶ Tomate en été =
 - ▶ Nuit : 4.5 mS/cm = -150 kPa
 - ▶ Jour : 2,5 mS/cm = -83 kPa
 - ▶ Augmente vite
 - ▶ Adaptation de la plante

C'est l'effet osmotique qui domine

▶ Sol

- ▶ Extérieur : Tension matricielle
 - ▶ -10kPa
 - C'est la tension qui domine
 - ▶ Serre
 - ▶ Tension matricielle
 - ▶ Jour : -1,5 à -6 kPa (capacité au champ)
 - ▶ Nuit : -3,5 à -6,5 kPa
 - ▶ Tension osmotique
 - ▶ CE (SSE)
 - ▶ Tomate : 2,5mS/cm = -83 kPa
 - ▶ Adaptation de la plante
 - ▶ Fertilité à maintenir
- ▶ C'est l'effet osmotique + matriciel qui domine

37

La Salinité (CE)

Conductivité électrique (CE, mS/cm) à maintenir dans les cultures hydroponiques en fonction des saisons

Saison	Tomate		Concombre		Poivron		Laitue
	Goutteur	Sac	Goutteur	Sac	Goutteur	Sac	Eau
Hiver	3,2-3,5	5,0-5,5	2,5-2,8	3,0-3,5	2,8-3,2	3,5-4,0	2
Printemps	2,8-3,0	4,5-5,0	2,2-2,5	2,5-3,0	2,5-2,8	3,0-3,5	1,7
Été	2,4-2,6	4,0-4,5	1,8-2,2	2,0-2,5	2,2-2,5	2,5-3,0	1,2
Automne	2,8-3,0	4,5-5,0	2,2-2,5	2,5-3,0	2,5-2,8	3,0-3,5	1,7

La CE du sac est l'objectif, le goutteur est l'outil

En sol, réduire de 1,0mS/cm avec un minimum de 2,0mS/cm pour assurer la fertilité (0,75mS/cm pour la laitue)

Pour plus de saveur, augmenter légèrement la CE.

38

La Salinité (CE)

► Rôle du lessivage

- Uniformisation de la conductivité électrique (temps et espace)
- Uniformisation du contenu en eau (espace)
- Plus de lessivage
 - On se rapproche de la CE au goutteur
- Moins de lessivage
 - On s'éloigne de la CE au goutteur
 - Il est faux de croire qu'une baisse de lessivage va créer automatiquement une hausse de la CE
 - En bas de 30% de lessivage en hydroponie, vous courez après les problèmes d'uniformité.
 - Même en NFT, il faut lessiver un minimum

39

Les équipements

40

Les équipement : Station de fertilisation

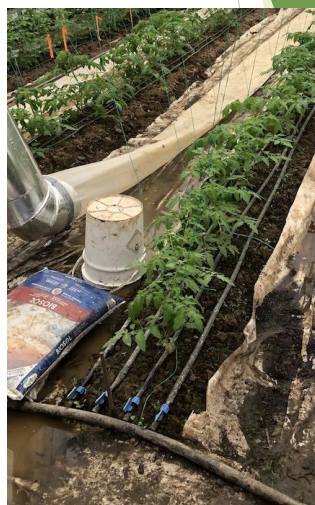
- ▶ Hydroponique : A-B-Acide
- ▶ Biologique : 1 bac
 - ▶ Sulfate de potassium
 - ▶ Sulfate de magnésium
 - ▶ Éléments mineurs : Pour compléter le manque d'apport en compost (50% de la dose hydroponique)



41

Les équipements : Positionnement du système irrigation

- ▶ 4 drip tape par plate-bande avec valves manuelles
- ▶ 2 de chaque côté;
 - ▶ quelques cas 3+1
- ▶ Alimentation
 - ▶ Centre = demi-rang
 - ▶ Début = rang complet



42

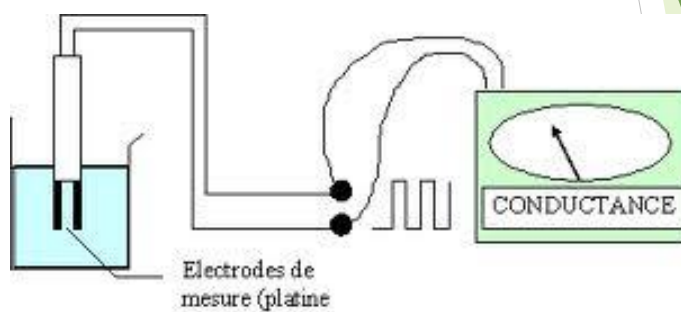
Les équipements : Positionnement du couvre-sol

- Doit bien couvrir les fertilisants solides



43

Les équipements : le salinimètre (CE)



44

Les équipements : le salinimètre (CE)

- ▶ Salinimètre et solution de calibration
 - ▶ Avec compensation des températures
- ▶ CE basse (bio)
 - ▶ 0-3999 μS
- ▶ CE élevée (tomate hydroponique):
 - ▶ 0-20 mS



45

Les équipements : le salinimètre (CE)

Calibration:

- ▶ Calibrer périodiquement votre CE-mètre en utilisant la solution de calibration appropriée:
 - ▶ 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou 5,0 mS/cm
 - ▶ Il faut que la solution soit le plus près du milieu mesuré.

Entretien:

- ▶ Nettoyage avec un coton-tige
- ▶ Attention au dérèglement de la T° des appareils à T° compensée...

46

Les équipements : le pH mètre

- ▶ Obligatoire en hydroponie
- ▶ pH mètre et solutions de calibration
- ▶ Solution pH 7,0
- ▶ Solution pH 4,0



47

Les équipements : le pH mètre

Calibration:

- ▶ Calibrer périodiquement votre pH-mètre en utilisant les solutions de calibration appropriées:
 - ▶ pH Tampon 7,0
 - ▶ pH Tampon 4,0

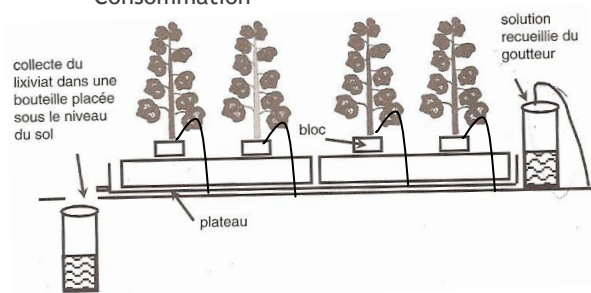
Entretien:

- ▶ Appareil sensible, attention à ne pas laisser sécher la sonde.
- ▶ Utiliser des solution d'entreposage.
- ▶ Nettoyage de la sonde avec un coton-tige.

48

Les équipements : Mesure du lessivage

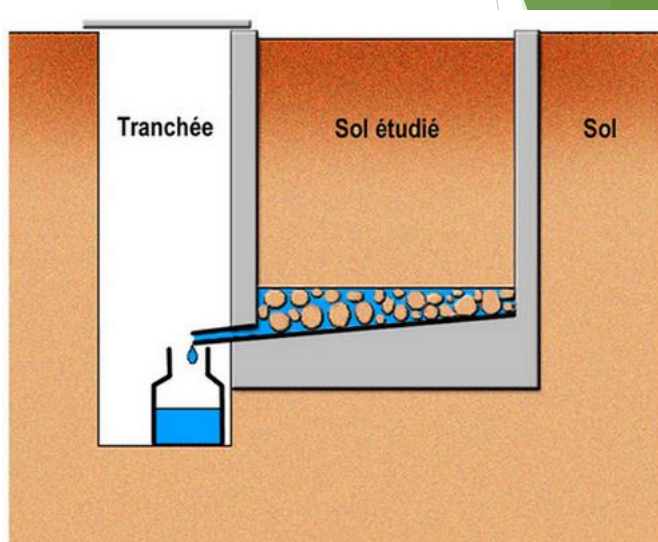
- Hydroponique
 - Goutteur témoin - (lessivage du sac/nb goutteur dans le sac) X Nb goutteur/m² = Consommation



49

Les équipements : Mesure du lessivage

- La dalle lysimétrique en sol



50

Les équipements : Mesure du contenu en eau

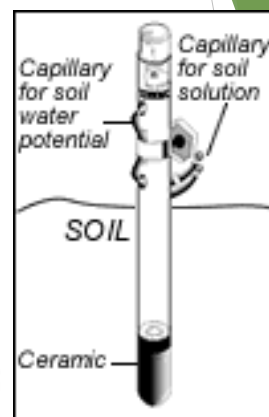
- Sonde TDR
 - Sol ou substrat
 - Eau dans un volume
 - Utilise la polarité de l'eau qui réagit au champ magnétique



51

Les équipements : Mesure du contenu en eau

- Tensiomètre
 - Mesure la tension matricielle au point de contact



52

Outils de suivi : registre de suivi des irrigations

Suivi des irrigations											
Serre	#1										
Date	Goutteur			Lessivage			Sac		% Less	Cons	Lum
	Eau	EC	pH	Eau	EC	pH	EC	pH		mL/pl	
L	600	3,2	5,6	2500	4,8	6,2			26%	444	350
M	700	3,1	5,6	2200	4,9	6,3			20%	563	400
M	600	3,2	5,7	2500	4,7	6,4			26%	444	375
J	500	3,3	5,6	2200	4,8	6,5			28%	363	300
V	800	3,2	5,6	3000	4,9	6,6			23%	613	500
S	700	3,2	5,7	2600	4,8	6,5			22%	544	500
D	800	3,2	5,8	2800	5,0	6,6			22%	625	600
Bilan	671,4	3,2	5,7	2529	4,8	6,4			24%	513	432
L											
M											
M											
J											
V											
S											
D											
Bilan											
L											
M											
M											
J											
V											
S											
D											
Bilan											

53

Outils de suivi - Analyse de sol : Échantillonnage

- ▶ Méthode d'échantillonnage (Dorais 2021)
 - ▶ Enlever le 1^{er} pouce de sol (zone fertilisée) et prélever les échantillons à l'aide d'une tarière de 2,5 cm (1 po) de diamètre.
 - ▶ Recueillir les carottes de sol dans un seau propre, bien mélanger le sol avec délicatesse et le déposer dans un contenant ou un sac de plastique bien identifié.
 - ▶ Ne jamais laisser un échantillon de sol exposé à des températures très chaudes ni s'assécher.
 - ▶ La profondeur de la zone à échantillonner devrait être de 20 cm.
 - ▶ La distance entre la zone à échantillonner et le rang de culture de 10 cm (culture en V).
 - ▶ Le nombre de carottes pour un échantillon autour de 10.

54

Outils de suivi - Analyse de sol standard

- Avant le début de la saison
- Permet d'ajuster la richesse du sol

Résultats d'analyses			
Numéro laboratoire	SO-0006959		
Identification champ	SEA-12		
Culture prévue			
AEL-1- SOL-008	pH	5,7	M
AEL-1- SOL-007	pH tampon	6,1	B
AEL-1- SOL-005	Mat. Org. %	5,7	B
AEL-1- SOL-003-AEL-1-EGP-028	P	32	TP
	K	128	M
	Ca	960	TP
	Mg	164	B
	Al	1163	B
	P/AI*	1,2	1
	Mn	22,3	TR
	Cu	2,19	TR
	Zn	3,55	M
	B	0,12	TP
%	N total		
	C / N		
ppm	N-NH ₄		
	N-NO ₃		

Besoins en chaux IVA 100%			
No laboratoire	SO-0006959		
No champ	SEA-12		
Culture prévue			
Quantité t/ha	7,8		
Type de chaux	Calcaire		

CEC et saturations en bases			
No champ	SEA-12		
CEC (meq/100g)	15,1	MB	
Base		Marge moy	
K	0,3 - 2,0	1,0	M
Ca	25 - 60	14,2	P
Mg	1 - 10	4,0	B
Total	10 - 90	19,2	P
Rapport		Marge moy	
K/Mg	0,1 - 0,5	0,24	B
K/Ca	0,1 - 0,6	0,07	R
Mg/Ca	0,3 - 0,25	0,29	R
Autres résultats			
Na /RAS	ppm	<5	17
Conductivité électrique	mS/cm		0,6

Calcul CEC et % saturation en base							
		kg/ha					
	pH tampon	Ca	Mg	K	CEC		P (kg/ha)
Calcul CEC/100g	7,4	11774	1026	961,666667	32,0990232		1110,91703
% Saturation	3%	82%	12%	3,4%			
Objectif (kg/ha)		9707	1078,53	1122			300
À corriger (kg/ha)			52,53	160,00			-810,92

55

Outils de suivi - Analyse de sol ou de substrat SSE

- Mesure de l'équilibre de l'environnement racinaire
- Mensuel en hydroponie
- Mensuel ou mi-saison en sol

Analyses	Résultats		Unités	Date de l'analyse	Méthode de référence
	Base sèche	Telle quelle			
*Sodium		10,3	ppm	2019/06/17	MA 08
*Calcium		169	ppm	2019/06/17	MA 08
*Magnésium		53,2	ppm	2019/06/17	MA 08
*Potassium		160	ppm	2019/06/17	MA 08
*Cuivre		292	ppb	2019/06/17	MA 08
*Fer		1950	ppb	2019/06/17	MA 08
*Manganèse		388	ppb	2019/06/17	MA 08
*Zinc		193	ppb	2019/06/17	MA 08
Chlorures		9,11	ppm	2019/06/18	MA 97
pH		5,87		2019/06/17	
Alcalinité		11,3	ppm	2019/06/18	MA 98
Conductivité		163	mS/m	2019/06/18	
*Dureté		642	ppm	2019/06/17	Calculé
Nitrates		605	ppm	2019/06/18	MA 90
*Phosphates		5,00	ppm	2019/07/04	MA 35
*Solides Dissous Totaux		1200	ppm	2019/06/19	MA 34
*Sulfates		353	ppm	2019/06/19	MA 33

56

Outils de suivi - Analyse de sol SSE : Objectifs en sol

	SSE en sol biologique (ppm)		
	MAPAQ	G. Breton*	R. Robitaille
pH	6-6,4	5,5-6,8	
CE	1,5-2,24	3-4,5	2,5-4,5
N-NO3	80-139	140-320	140-340
P	3,5-4,5	4,0-15	4,0-18,0
K	110-179	280-420	300-600
Mg	60-99	120-180	>120
Ca	140-219	220-330	200-700
Éléments mineurs			
B	0,05-0,5	0,05-0,5	
Cu	0,001-0,5	0,001-0,5	0,1-0,5
Fe	0,3-3	0,3-3	
Mn	0,2-3	0,05-3	
Zn	0,3-3	0,3-3	
Tirée de Robitaille (Biobulle no 13)			
* Sol riche en matière organique			

57

Outils de suivi - Analyse de sol SSE : Objectifs en hydroponie

- L'objectif ne change pas en fonction de la recette
- Ajuster les concentrations en fonction de la CE

P.M.	ppm			
	Standard	Extra Ca	Extra K	Sac
	2,6	2,7	2,6	3,8
14	16,8	16,8	16,8	7
39	370,5	331,5	436,8	312
40	216	236	191	400
24	57,6	69,6	51,6	108
14	224	238	224	322
96	422,4	422,4	422,4	648
31	46,5	46,5	46,5	31
56	0,84	0,84	0,84	1,4
55	0,55	0,55	0,55	0,3
65	0,33	0,33	0,33	0,46
10,8	0,32	0,32	0,32	0,54
63	0,05	0,05	0,05	0
	0,05	0,05	0,05	0,05

Source : Alain Vitre 2002

58

Outils de suivi - Analyse de la CE du sol (méthode maison)

- ▶ CE du sol méthode 1 : 2 (Sonneveld et Voogt, 2009) X 2
- ▶ Sol à saturation en champ



Picture 4.1 Preparation of the specific 1:2 volume extract. Sufficient field-moist soil is added to two parts of water so that the volume is increased with one part

59

Outils de suivi - Analyse de la CE en hydroponie

- ▶ Seringue 100 ml (laine de roche) ou piston filtre (terreaux)
- ▶ Compression du substrat (tourbe, fibre de noix de coco)
- ▶ Toujours dans un substrat lessivant

60

Objectifs : Analyses foliaires

Macro (%MS)	Tomate			Concombre		
	Obj	min	Max	Obj	min	Max
N	5,25	5	5,5	6	5,75	6,25
P	0,6	0,5	0,8	1	0,85	1,25
K	4	3,75	5,25	4	3,75	5,25
Mg	0,45	0,4	0,5	0,45	0,5	0,55
Ca	1,5	1,5	4	1,5	1,4	2
S	1,76	0,96	4	1,5	1,4	2
Micro (ppm)						
B	75	33	99	75	30	108
Cu	13	10	16	12,7	1,9	19
Fe	245	100	390	234	95	300
Mn	264	55	385	320	50	600
Mo	5,8	0,96	9,6	3,07	0,96	5,76
Zn	45	19	84	137	58	96
Tirée de Robitaille (Biobulle no 13)						



La PHYTOPROTECTION



1

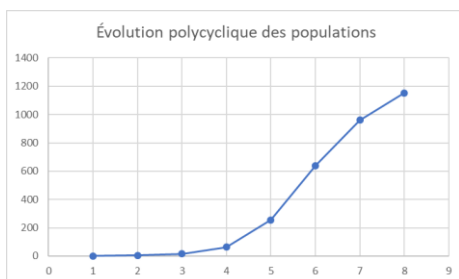
Objectif général

- ▶ En culture en serre il faut se préparer à la **GUERRE** contre les ennemis de culture.

2

Contexte de la serre

- ▶ Zone de multiplication par excellence
 - ▶ Progression polycyclique exponentielle



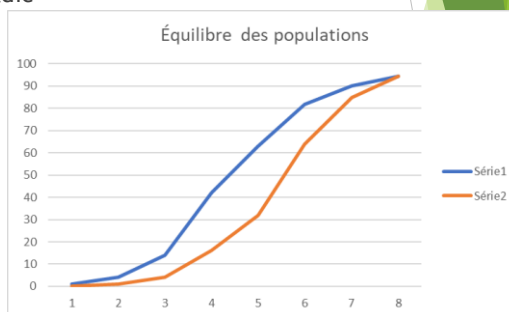
Ex : Mouche Blanche

Génération	Population
1	1
2	400
3	160000
4	64000000
5	2,56E+10
6	1,024E+13
7	4,096E+15
8	1,6384E+18

3

Stratégie à appliquer à la serre

- ▶ Passer d'un effet polycyclique exponentielle à un effet arithmétique en équilibre avec le milieu et acceptable pour la production
 - ▶ Équilibrer la progression de la population du ravageur ou de la maladie



4

Phytoprotection

Une bonne planification:

- Connaître les ennemis:

Tableau 10 : Préférences des principaux ravageurs et maladies rencontrés dans les cultures en diversification

Ravageurs	Tomate	Concombre	Poivron	Aubergine	Haricot	Laitue
Mouche blanche	x					
Pucerons		x	x	x		x
Tétranygues à deux points		x		x	x	
Acarieuses	x					
Thrips des petits fruits		x		x	x	
Thrips de l'oignon	x					x
Chrysomèle rayée du concombre		x				
Maladies						
Moisissure grise	x		x	x		
Chancre gommeux		x				
Blanc (oïdium)	x	x				
Mildiou		x				x
Pythium		x				

5

Phytoprotection

En culture en serre,

on a des tomates, concombres, poivrons, laitue....



Mais aussi des insectes et des maladies qui croissent bien en serre...



6

Phytoprotection

Insectes

► Toute une armée...



Aleurodes



Thrips
Frankliniella occidentalis



Punaise terne

7

Phytoprotection

Insectes

► Toute une armée...



Chenilles



Punaise de la courge



Chrysomèle rayée du
concombre

8

Phytoprotection

Insectes

► Toute une armée...



Carmin mite



Tétranyques



Puceron du melon

9

Phytoprotection

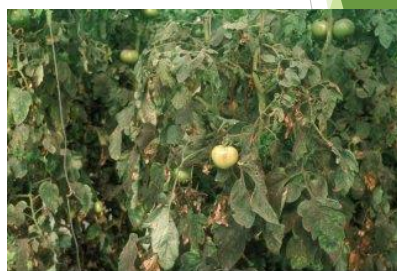
Dégâts d'Insectes



Acariose bronzée



Dégâts de thrips sur concombre



Fumagine sur tomate

10

Phytoprotection

Maladies



Fusarium oxysporum (For)



Mildiou



Botrytis

11

Phytoprotection

Maladies



Moisissure olive



Chancre gommeux (source : OMAFRA)



Pythium



Blanc

12

1. Le chancre bactérien:

➤ Symptômes:



13

1. ToBRFV: Biologie de l'agent pathogène

➤ Les principaux symptômes: Tomates



Photos: Sébastien
Couture agr., Climax
Conseils

14

Phytoprotection

Une bonne planification:

► Hygiène:

- Nettoyage de la récolte en cours
 - Primordial.
- Nettoyage de la serre
 - Résidus de culture
 - Mauvaises herbes
- Mesures Prophylactiques:
 - Chaux hydratée au sol
 - Moustiquaire
 - Installation de « brumisation » pour augmenter l'humidité
- Maintenir la culture propre en tout temps

15

Phytoprotection

Une bonne planification:

► Hygiène:

16

Phytoprotection

Une bonne planification:

► Hygiène:

Grille d'auto-analyse

Virus du Fruit Rugueux de la Tomate

1. Actions préventives

A. Hygiène

L'environnement de travail et les vêtements de travail sont propres et/ou désinfectés
le lavage et la désinfection des mains et/ou le port des gants font partie de la routine

B. Les semences et transplants

Les semences sont achetées d'un grainetier certifié GSPP et non remballées
Les semences ont été désinfectées
Les transplants proviennent d'un fournisseur respectant des règles d'hygiène strictes
Les mesures d'hygiène sont prises lors de la greffe et du pinçage
L'arrosage n'est pas réalisé par trempage
Les plants sont travaillés par lot

C. Culture

Une cédule de désinfection des équipements et des outils de travail est réalisé et respectée
Le terreau et substrats de culture sont neufs et entreposés dans un endroit propre
Il n'y a pas de guttation, de condensation ou de dégouttement sur les plants
Les plants ne sont pas travaillés lorsque les feuilles sont humides
Les employés sont formés pour dépister la Rugose
Les allées permettent le passage des ouvriers avec peu de contacts avec les plants



17

Phytoprotection

Une bonne planification:

► Techniques de travail:

- Quand : Climat favorable
- Tâches de taille bien faites



Effeuilage de la tomate au couteau : Remarquez la base du gourmand excisée

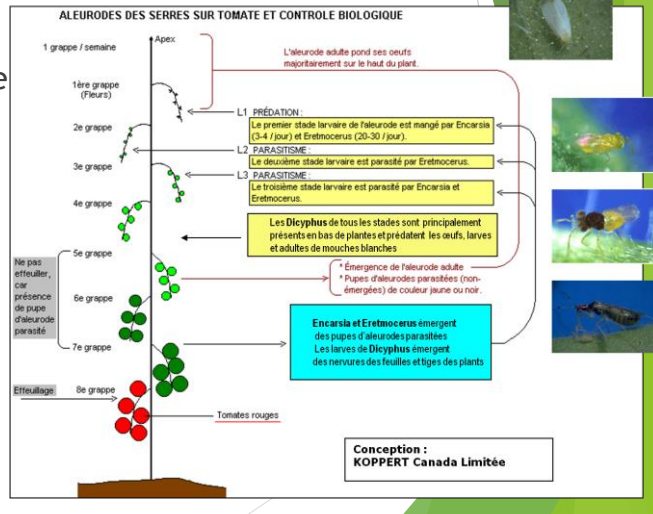
18

Phytoprotection

Une bonne planification:

► Connaître le cycle de l'ennemi:

- Insecte :
- Ou regarder



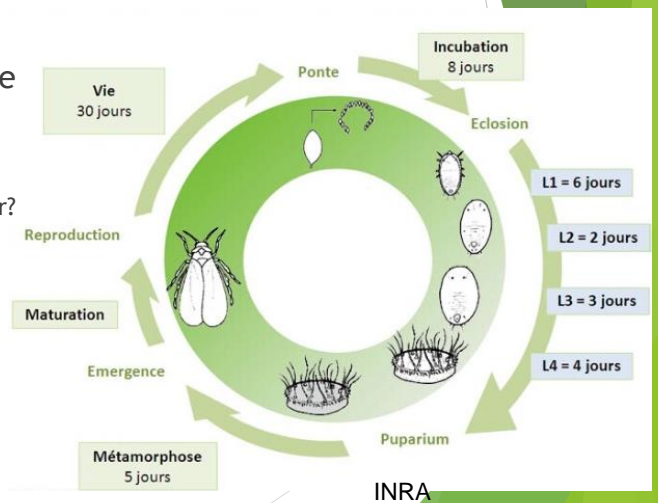
19

Phytoprotection

Une bonne planification:

► Connaître le cycle de l'ennemi:

- Insecte :
- Quand regarder?
- Anticiper



20

Phytoprotection

Une bonne planification:

- ▶ Connaître le cycle de l'ennemi:
 - ▶ Maladie fongique
 - ▶ Anticiper

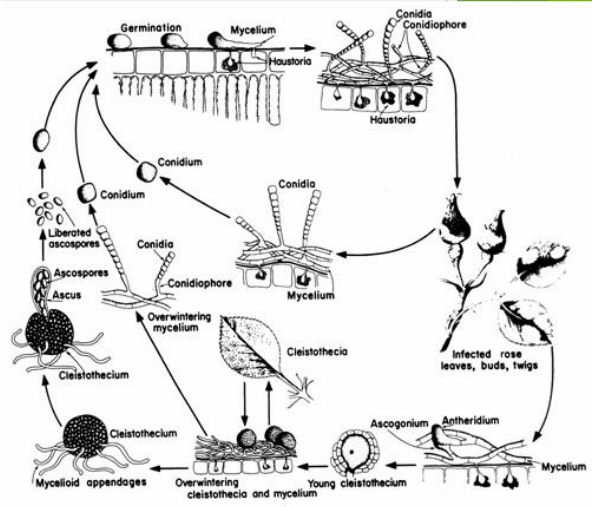


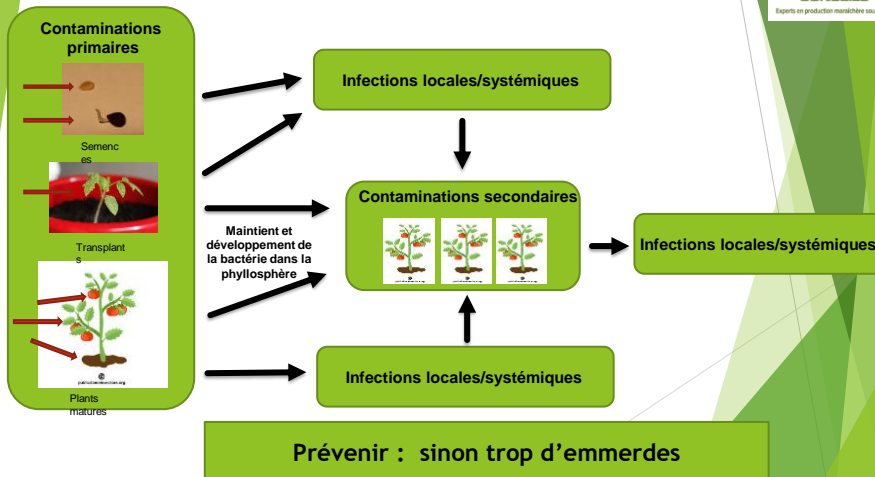
FIGURE 11-40 Disease cycle of powdery mildew of roses caused by *Sphaerotheca pannosa* f. sp. *rosae*.

21

1. Maladie bactérienne : Le chancre bactérien

Biologie de l'agent pathogène

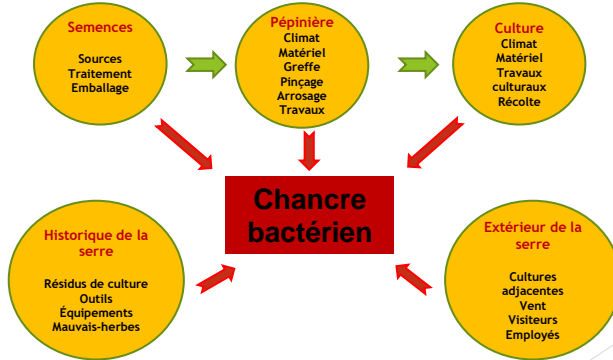
▶ Contamination et infection: en résumé!



22

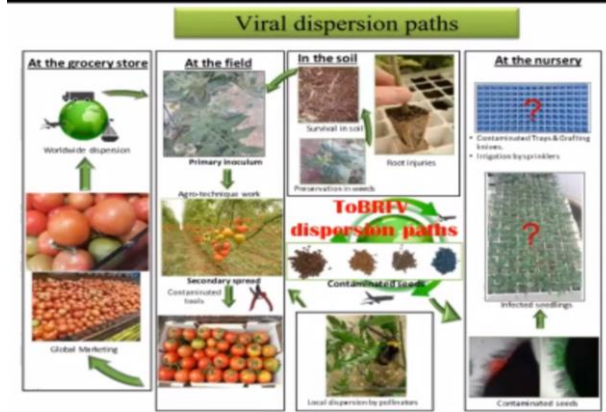
2. Le chancre bactérien: Prévention de son introduction

➤ Sources possibles d'infection:



23

1. Maladie virale-ToBRFV: Biologie de l'agent pathogène



Dr. Aviv Dombrovsky,
Canadian Greenhouse Conference, 2021

Prévenir : Sinon trop d'emmerdes

24

Phytoprotection

Une bonne planification:

► Hygiène:

- D. Historique de la serre**
Absence de mauvaises-herbes et de débris végétaux de la culture précédente
Les équipements, la structure et le matériel ont été nettoyés et désinfectés
- E. Environnement externe de la serre**
Les boîtes de récolte n'ont pas transité par l'épicerie ou d'autres producteurs
Le pourtour de la serre est propre, sans débris de culture ni mauvaises-herbes
La source d'eau est exempte de virus
Les cultures-hôtes sont connues et absentes de la ferme
- F. L'accès à la serre**
Aucun visiteur n'est admis sans autorisation
Le producteur dispose d'habits de protection et tous les visiteurs doivent les porter
Tous les employés et les visiteurs se lavent et se désinfectent les mains à l'entrée
Il y a un pédiluve, des couvre-chaussures ou de nouvelles chaussures à l'entrée
Les travailleurs débudent leur journée dans la serre
Il n'y a aucun téléphone cellulaire non désinfecté dans la serre
Aucune collation n'est prise dans la serre

25

Les barrières à l'entrée

- Génétique
- Traitements de semences
- Moustiquaires

26

Phytoprotection

Une bonne planification:

- Génétique : Choix des cultivars résistants

► Choix de cultivars:

- Variétés hybrides
- Exemple avec Tricia
- **Résistances:**
- HR ToMV/Ff:1-5/Fol:0,1/For/Si
- Préoccupations :
 - Moisissure olive dans Macarena
 - Blanc dans Komett

27

Phytoprotection

Une bonne planification:

- Choix des cultivars résistants

15. <i>Lycopersicon esculentum</i> (<i>Solanum lycopersicum</i>) (Tomato)			
Scientific name	English common name	French common name	Code
Viruses:			
<i>Beet curly top virus</i>	Curly top		BCTV
<i>Cucumber mosaic virus</i>	Cucumber mosaic	Mosaïque du concombre	CMV
<i>Pepper mosaic virus</i>	Pepper mosaic virus		PePMV
<i>Tobacco mosaic virus</i>	Tobacco mosaic		TMV
<i>Tomato apex necrotic virus</i>	Tomato apex necrotic virus		ToANV
<i>Tomato mosaic virus</i>	Tomato mosaic	Mosaïque de la tomate	ToMV
<i>Tomato torrado virus</i>	Tomato torrado virus		ToTV
<i>Tomato spotted wilt virus</i>	Tomato spotted wilt	Maladie bronzée de la tomate	TSWV
<i>Tomato yellow leaf curl virus</i>	Tomato yellow leaf curl	Maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate	TYLCV
Bacteria:			
<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Bacterial canker	Chancre bactérien	Cmm
<i>Pseudomonas corrugata</i>	Pith necrosis	Moelle noire	Pc
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Bacterial speck	Moucheture bactérienne	Pst
<i>Ralstonia solanaceum</i>	Bacterial wilt	Flétrissement bactérien des solanées	Rs
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> (now <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i>)	Bacterial spot	Gale bactérienne	Xcv (now Xav)
Fungi:			
<i>Alternaria alternata</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Alternaria stem canker	Alternariose	Aal
<i>Alternaria solani</i>	Early blight		As
<i>Fukia fukia</i> (ex <i>Cladosporium fukum</i>)	Leaf mold	Cladosporiose	FF (ex CF)
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Fusarium wilt	Fusariose vasculaire	Fol
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Fusarium crown and root rot	Pourriture des racines	For
<i>Leveillula laurica</i> (anamorph: <i>Oidium sicula</i>)	Powdery mildew	Oidium	Lt
<i>Oidium neolycopersici</i> (ex <i>Oidium lycopersicum</i>)	Powdery mildew	Oidium	On (ex OI)
<i>Phytophthora infestans</i>	Late blight	Midiou aerien	Pi
<i>Phytophthora parasitica</i>	Buckeye fruit and root rot	Midiou terrestre, chancre du collet	Pp
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	Corky root rot	Maladie des racines liégeuses	Pi
<i>Stemphylium botryosum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Gray leaf spot	Stemphyliose	Sbl
<i>Stemphylium lycopersici</i>	Gray leaf spot	Stemphyliose	Sl
<i>Stemphylium solani</i>	Gray leaf spot	Stemphyliose	Ss
<i>Verticillium albo-atrum</i>	Verticillium wilt	Verticilliose	Va
<i>Verticillium dahliae</i>	Verticillium wilt	Verticilliose	Vd
Nematodes:			
<i>Meloidogyne arenaria</i>	Root-knot	Nématodes à galles (galles racinaires)	Ma
<i>Meloidogyne incognita</i>	Root-knot	Nématodes à galles (galles racinaires)	Mi
<i>Meloidogyne javanica</i>	Root-knot	Nématodes à galles (galles racinaires)	Mj

28

Phytoprotection Greffons:

Une bonne planification:

- ▶ Génétique : Greffage

- ▶ Variétés productives et/ou gustatives...
- ▶ Variétés sensibles aux maladies du sol...

X

Porte-greffes:

- ▶ Maxifort
- ▶ Optifort
- ▶ Multifort
- ▶ Estamino
- ▶ Fortamino
- ▶ Emperador

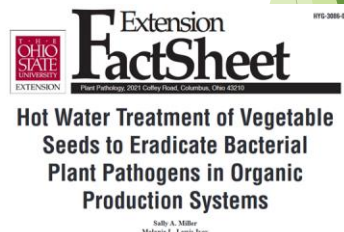
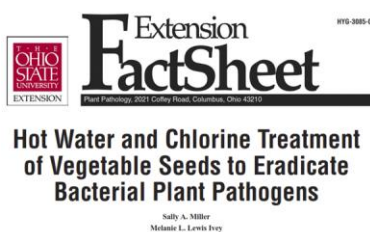


29

Phytoprotection

Une bonne planification:

- ▶ Traitement de semences non-prégermées: Chancre bactérien et ToBRFV
 - ▶ Prioritaire en culture biologique



30

Phytoprotection

Une bonne planification

- ▶ Les moustiquaires



Impact Positif sur:

- ▶ Pollinisation
- ▶ Insectes bénéfiques
- ▶ Pyrales
- ▶ Papillons (chenilles)
- ▶ « Barrière mécanique » pour les insectes volant:
 - ▶ Punaise terne
 - ▶ Chrysomèle rayée

Impact sur la ventilation:

- ▶ Prévoir l'effet sur le système de ventilation qui pourrait devenir insuffisant
- ▶ Largeur de la serre X 25% /porosité à l'air = grandeur requise des roll up.

Ne pas oublier

- ▶ SAS
- ▶ Trous de cheminée
- ▶ Etc...

31

Phytoprotection

Une bonne planification

- ▶ Les moustiquaires

CARACTÉRISTIQUES							
Caractéristiques	ProtekNet 17 gr	ProtekNet 25 gr	ProtekNet 56 gr	ProtekNet 55 gr	ProtekNet 60 gr	ProtekNet 70 gr	ProtekNet 108 gr
Grandeur de maille	0.65 mm X 0.85 mm 0.0335" X 0.0335"	0.35 mm X 0.35 mm 0.0138" X 0.0138"	0.26 mm X 0.73 mm 0.0098" X 0.0287"	5 mm X 3 mm 0.19" X 0.12"	1.2 mm X 1.9 mm 0.05" X 0.07"	0.85mm X 1.4 mm 0.0335" X 0.0551"	0.43mm X 0.43 mm 0.02" X 0.02"
Matériau	Polyamide	Polyamide	Polypropylène	Polyéthylène Haute Densité	Polyéthylène	Polyéthylène	Polyéthylène Haute Densité
Poids	17 gr / m² 0.054 oz / pi²	25 gr / m² 0.082 oz / pi²	56 gr / m² 0.184 oz / pi²	55 gr / m² 0.18 oz / pi²	40 gr / m² 0.197 oz / pi²	70 gr / m² 0.230 oz / pi²	108 gr / m² 0.355 oz / pi²
Traité U.V.	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Porosité	= 75%	= 62%	= 70%	= 95%	= 80%	= 75%	= 70%
Luminosité	= 93%	= 90%	= 91%	= 93%	= 93%	= 90%	= 90%
Couleur	transparent	transparent	transparent	Blanc	Transparent	Transparent	Transparent
Durée de vie m. a.	1 - 2 ans	2 - 3 ans	5 ans	10 ans	5 ans	5 ans	5 ans
Largeurs **	2.20 m 7.2'	3.10 m - 3.10 m 4.20 m - 2.30 m 9.4 m 6'2" - 10' 14'-2.1'	1.40 m - 2.10 m 4.20 m 5.2' - 6.9'	0.75 m - 1.2 m 4.20 m 9.5 m 2.46' - 3.93' 14'	2.1m-4.2m-6.3m-8.4m 18'	2.1m-4.2m-6.3m-8.4m 18'	2m - 4m 4.5' - 13' 19.7'-26.2'
Longueurs **	100 m	50 m - 100 m - 200 m	100 m - 200 m	100 m - 300 m - 600 m	100 m 100 m 100 m	100 m 100 m 100 m	80 m - 100 m 90 m - 200 m 144 - 200 m 144 - 200 m
Insectes	ProtekNet 17 gr	ProtekNet 25 gr	ProtekNet 56 gr	ProtekNet 55 gr	ProtekNet 60 gr	ProtekNet 70 gr	ProtekNet 108 gr
Araignées		X					X
Acariens		X					X
Chrysomèles	X	X	X		X	X	X
Coccinelles	X	X	X	X	X	X	X
Diptères à ailes fourchues	X	X	X		X	X	X
Guêpes	X	X	X	X	X	X	X

32

Phytoprotection

- ▶ Lutte climatique:
 - ▶ Maladies d'humidité
 - ▶ Moisissure grise
 - ▶ Blanc
 - ▶ Mildiou
 - ▶ Chancre gommeux
 - ▶ Moisissure olive
 - ▶ Trop sec
 - ▶ Acariens
 - ▶ Blanc

▶ Humidité

▶ Condensation/
Dégouttement

▶ Froid

▶ Uniformité

33

Phytoprotection

Lutte climatique

- ▶ Humidité

- ▶ Trop humide:
 - ▶ Moisissure grise
 - ▶ Blanc



- ▶ Trop sec:
 - ▶ Tétranyques
 - ▶ Blanc

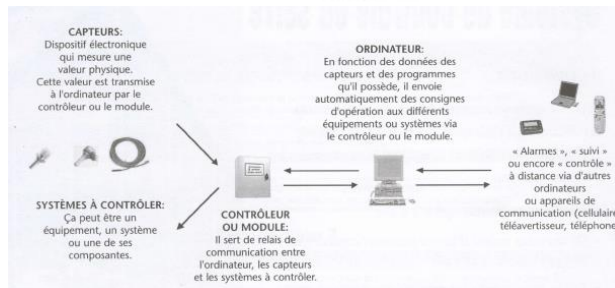


34

Phytoprotection

Lutte climatique

- ▶ Contrôle climatique
 - ▶ Si trop humide; déshumidifier
 - ▶ Chauffer et ventiler



35

Phytoprotection

Lutte climatique

- ▶ Brumisation: Acarien
 - ▶ Si trop sec...



36

Phytoprotection

Lutte climatique

- ▶ Cycle de l'eau:
 - ▶ Condensation
 - ▶ Évaporation
 - ▶ Drainage



37

Phytoprotection

Lutte climatique

- ▶ Dégouttement:

- ▶ Possible de le prévenir par un plastique Anti-condensation
- ▶ Plants en meilleure santé...
- ▶ Mais aussi:
 - ▶ Meilleure luminosité
 - ▶ Économie d'énergie

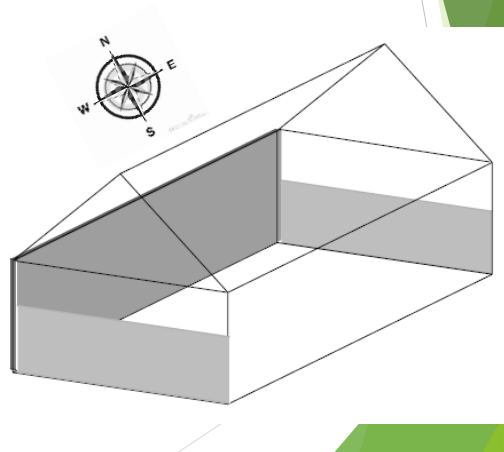
38

Phytoprotection

Lutte climatique

- Isolation:

- Éviter les zones froides



39

Phytoprotection

Lutte climatique

- Uniformité:

Les insectes et maladies viennent souvent des zones froides...

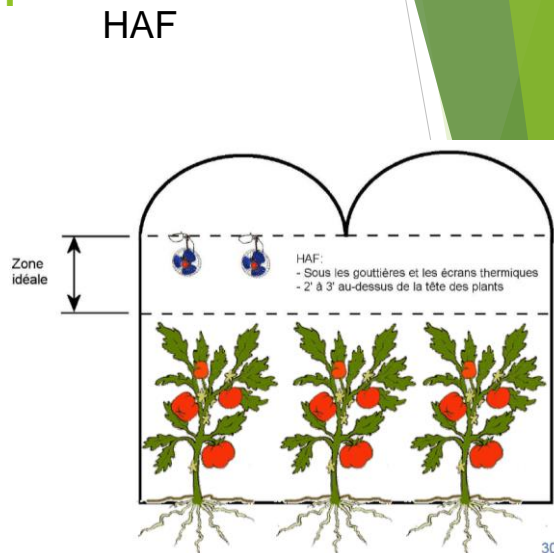


40

Phytoprotection

Lutte climatique

- Uniformité:



41

Phytoprotection

Une bonne planification:

- Prévention
 - À la préparation/ commande des plants
 - Lors de la propagation en pépinière ou de la préparation de plants chez un propagateur, on peut faire débuter un programme de contrôle biologique...

- Rootshield (Champignon)
 - Maladie de sol
- Hypoaspis Miles (Acarie)
 - Insectes/Thrips
- Encarsia formosa (Guêpes)
 - Insectes/Aleurodes

42

Phytoprotection

Une bonne planification:

- ▶ L'utilisation des auxiliaires en lutte biologique



43

Phytoprotection

Une bonne planification:

- ▶ L'utilisation des auxiliaires en lutte biologique
 - ▶ Types de contrôle
 - ▶ Parasitoïde



44

Phytoprotection

Une bonne planification:

- ▶ L'utilisation des auxiliaires en lutte biologique
 - ▶ Types de contrôle
 - ▶ Parasitoïde
 - ▶ Prédateur



45

Phytoprotection

Une bonne planification:

- ▶ L'utilisation des auxiliaires en lutte biologique
 - ▶ Stratégies...

Tétranyques à deux points - individus/m²

Auxiliaires	Préventif	Curatif	Foyer d'infestation
Amblyseius andersoni	3-6	6-20	100 et +
Amblyseius andersoni - Sachets	0,5 aux 4 semaines	1 aux 4 semaines	
Neoseiulus californicus	3-6	6-20	100 et +
Neoseiulus californicus - Sachets	0,5 aux 4 semaines	1 aux 4 semaines	
Amblyseius fallacis	3-6	6-20	100 et +
Phytoseiulus persimilis	3-6	6-20	50 et +
Feltiella acarisuga	0,05-0,1	0,25-1	5-10 et +
Stethorus punctillum	1	5	100

Consulter votre conseiller pour choisir le meilleur auxiliaire pour les autres espèces d'acariens ravageurs. (Tétranyques de Lewis, Tarsonèmes, Acariose bronzé, etc.)

46

- ▶ **Préventive**
 - ▶ Contrôler les insectes avant de les détecter des problèmes.
- ▶ **Inondant**
 - ▶ Stratégie du nombre → simple d'application
- ▶ **Curative**
 - ▶ Traitement avec bio-insecticide pour rétablir ou aider le contrôle bio.
- ▶ **Commencez la lutte Bio le plus tôt possible.**
- ▶ **OBSERVATION régulière et connaissance des problèmes**

Phytoprotection ► Vous travaillez avec du vivant

Une bonne planification:

- L'utilisation des auxiliaires en lutte biologique
- Stratégies...

- Valider la compatibilité avec les pesticides
- https://www.plantproducts.com/fr/images/Tableaux_lutte_integree_2019.pdf

Produit / Matière active (groupe insecticide)	Mode d'application	Auxiliaires															Bombus impatiens (Bourdons) -Avant le traitement-				
		A. andersoni	A. svedskii	Apidius sp.	Aphidius spp.	Chrysopa carnea	Coconellidae	Diglyphis batata	Doryphus heppius*	Encarsia formosa	Eretmococcus sp.	Faenella aculeata	(Hypoaspis) Stratiolaelaps s	A. degenerans	Nematodes	N. californicus		N. cucumeris	Oniscus aspidosus	Phytoseiulus persimilis	
Altus / Flupyradfurone (4D)	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Altus / Flupyradfurone (4D)	I	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Avid / Afoxectin (6)	P	25	25	15	15	15	15	15	15	25	25	10	51	25	15	25	25	25	25	25	25
Beleaf 50SG / Flonicamide (9C)	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Bioprotec CAF / BT var. kurstaki (11) ✓ B10	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Bioprotec CAF / BT var. kurstaki (11) ✓ B10	Pg	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Bioceres - Botanigard - Velifer / Beauveria bassiana ✓ B10	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Citation 75 WP / Cyromazine (17)	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Confirm 240F / Têbufenozide (19)	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Coragen / Chlorantraniliprole (28)	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
DDVP 20 EC / Dichlorvos (18)	P	31	?	31	31	31	31	15	15	15	31	?	31	?	31	31	15	15	15	15	15
Delegate / Spinetoram (5)	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

47

Phytoprotection ► Vous travaillez avec du vivant

Une bonne planification:

- L'utilisation des auxiliaires en lutte biologique
- Stratégies...

- Valider la compatibilité avec les pesticides
- <https://www.biobestgroup.com/fr/liste-des-effets-secondaires>



		acetamiprid		azadirachtin		captan	
		s	i	s	s	s	s
Amblyseius cucumeris	Nymph/adult	3	1	1		1	
	Persistence	5 Days	-	-		-	

48

Les traitements phytosanitaires

49

Phytoprotection

Quincaillerie:

- ▶ Les indispensables...
 - ▶ Certificat d'application de pesticides
 - ▶ Pulvérisateurs:
 - ▶ À pompe
 - ▶ Manuel
 - ▶ Masque
 - ▶ Vêtement de protection



50

Phytoprotection

Quincaillerie:

- ▶ Pour vous rendre la vie plus facile...
 - ▶ Cold fogger
 - ▶ Pulsefog
 - ▶ Rampe
 - ▶ Turbo ULV
 - ▶ Casque Kasko



51

Phytoprotection

Les éléments de lutte; pesticides ou biopesticides

- ▶ Bien cibler les applications...

Pesticides...

- ▶ Fongicide contre les maladies fongiques (champignons)
- ▶ Insecticide contre les insectes
- ▶ Acaricide contre les acariens
- ▶ Algicide contre les algues
- ▶ Rodenticide contre les rongeurs
- ▶ **Herbicide... n'entre pas dans une serre!!!**

Chaque produit doit être utiliser à un stade bien précis de développement d'un ennemi...

52

Phytoprotection

Les éléments de lutte; pesticides ou biopesticides

- ▶ DAR:
- ▶ Délai de réentrée
- ▶ Permis:

Délai avant la récolte (DAR)

- ▶ Très important à respecter
- ▶ Varie d'un produit à l'autre
- ▶ Insecticide vs fongicide...

Délai de réentrée: (ou délai de sécurité (DS))

- ▶ Période à respecter entre l'application de pesticides et le retour à des activités sur le site.
- ▶ Pour éviter les risques d'exposition cutanée et, à un moindre niveau, respiratoire.

Permis/Certificat

- ▶ Nécessité d'avoir un certificat d'application de pesticides
- ▶ Le ministère de l' environnement et des gouvernements locaux

[Certificat d'applicateur de pesticides \(gnb.ca\)](http://certificat.d'applicateur.de.pesticides.gnb.ca)

ARLA

Certificateurs

Phytoprotection

Les éléments de lutte; pesticides ou biopesticides

- ▶ Maladies

TABLEAU 1 – FONGICIDES ET BIOFONGICIDES HOMOLOGUÉS EN 2020 DANS LA FRAISE, LES FINES HERBES ET LES PRINCIPAUX LÉGUMES CULTIVÉS EN SERRE

Nom commercial	Matière active	Cultures										Délai avant récolte (jour)	Délai de réentrée ¹ (heures)	Groupe de résistance ²	Indices de risque ³	Type de traitement ⁴ (curatif/curatif)	Mode d'action dans la plante ⁵	Mode d'application	Doses (Se référer à l'étiquette pour plus de détails)	Incompatibilité avec les applications de produits mixtes, permis	Code ZN	LBP USA (ppm)	
		Tomate	Concombre	Poivron	Aubergine	Laitue	Fraise	Basilic	Fines herbes	IRS	IRE												Code ZN
ACTINOVATE SP	Streptomyces lydicus souche WTEC	3, 11	3, 11	3, 11	11	11	3, 4				0	1	BM02	5	1	Prév.	C	FA	C: 420g/470-800 L/ha F, F: 420g/1 300L/ha T: 420kg/100 L Traitements semenciers (voir étiquette)	7-14 jours	115-231,5/ha	-	
AGRIPHAGE CMM BIO	Bactériophage de Clostridium michiganense	8a									0		Aucun séchage	S. O.	5	1	Prév. + Cur.	-	F	T: 12 à 40 ml/100 m ²	3-4 jours	En 0,9% 0,77 à 0,38 g / 100 m ² En 10% 0,42 à 1,4 g /100 m ²	-

https://www.agrireseau.net/documents/Document_103276.pdf

Phytoprotection

Les éléments de lutte; pesticides ou biopesticides

► Insectes

**TABLEAU : INSECTICIDES, BIO-INSECTICIDES ET ACARICIDES HOMOLOGUÉS EN 2020
DANS LA FRAISE, LES FINES HERBES ET LES PRINCIPAUX LÉGUMES PRODUITS EN SERRE**

Nom commercial	Matière active	Cultures							Délai avant récolte (jours)	Délai de réentrée* (heures)	Délai de réentrée** (heures)	Niveau de risque*			Mode d'action sur la plante*	Mode d'action sur l'insecte**	Stade de développement de l'insecte traité*	Mode d'application	Doses	Intervalle entre les applications et nombre max. parties	Code ZPPZ (S, M, I) selon indication contraire	LIMR (Euro-Union (S))
		Tomate	Concombre	Poivron	Aubergine	Lettre	Fraise	Fines herbes				10	10	10								
ALTUS	Flupyradifurone	1, 10, 18	1, 10, 18	1, 10, 18			1, 10, 18	T-C (S) P (S)	12	40	18	18	77	P (S), SA	ING	Tout	S D (voir étiquette)	500-1 000 ml/ha (min. 500 l d'eau/ha) 1,5-20 ml/500 m ² (selon l'insecte ciblé)	7 jours (T, C, I) 10 jours (P) (max. 2, de produit/biopesticide de culture)	62-124 S/ha 0,9-2,5 S/100 m ²	LE10, CE14, TE15, PE15	
AMBUSH 50 EC	Fenitrothine	1	1					T-C (I)	24	24	174	2	C	C, Ing	Adulte et larve	F	200 ml	-	ND	TE1, AM15, LE10, PE15		

https://www.agrireseau.net/documents/Document_103282.pdf

55

Phytoprotection

Les éléments de lutte; pesticides ou biopesticides

www.sagepesticides.qc.ca

The screenshot shows the Sage Pesticides website interface. At the top, there is a navigation bar with the Sage logo and various menu items. Below the navigation bar, there is a section titled "Traitements phytosanitaires et risques associés". This section contains a form with several fields and buttons. The form includes a "Recherche" field, a "Rechercher" button, and a "Commentaire" field. Below the search section, there is a "Cultures" section with a dropdown menu for selecting the type of culture. The form also includes fields for "Date de traitement", "Produit commercial", "Dose", "Méthode d'application", and "Type d'application". At the bottom of the form, there are logos for "Partenaires" including "Cultivons l'avenir 2", "Canadi", and "Québec".

56

Phytoprotection

Une bonne planification:

- ▶ L'utilisation des biopesticides contre les maladies
 - ▶ Types de contrôle
 - ▶ Biofongicides

- ▶ **Rootshield**
- ▶ **Trianium**
- ▶ **Rhapsody Aso**
- ▶ **Cease**
- ▶ **Prestop**
- ▶ **Mycostop**
- ▶ **Etc**

57

Phytoprotection

Une bonne planification:

- ▶ Combinaisons de moyens

Combiner les moyens de lutte bio

- ▶ Prédateurs
- ▶ Parasitoïdes
- ▶ Traitement pesticides ou biopesticides.
- ▶ Brumisation
- ▶ Pièges
- ▶ Filets
- ▶ Plantes hôtes et Plantes-banque



58

Pollinisation



Ruche Koppert

59

Pollinisation

- ▶ Cultures:
- ▶ Coût:

Nécessaire pour:

- ▶ Tomates
- ▶ Aubergine
- ▶ Concombre américain (si non parthénocarpique)
- ▶ Melon
- ▶ Fraises et framboises

Coût par m²:

- ▶ 0,75\$- 1,00\$/m²
- ▶ > que Coût à la main...
- ▶ Meilleure production



Agriréseau



Agriréseau

60

Pollinisation

► Type de ruches:

Ruche Classe A

- Pollinise de 1000 à 1500 m²
- Une durée de 10-14 semaines
- Contient de 75 à 100 ouvrières.
- Inclut uniquement une reine et des ouvrières

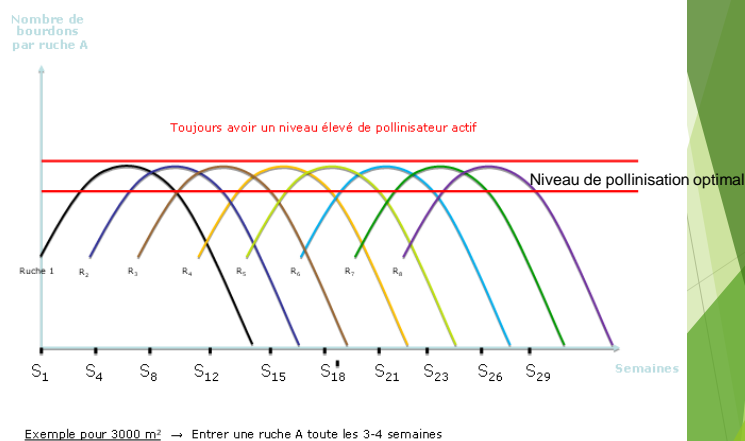
Ruche Classe B

- Pollinise de 500 à 1000 m²
- Une durée de 6-8 semaines
- Contient de 75 à 100 ouvrières.
- Peut inclure des reines, des mâles et des cellules de reines filles.

61

Pollinisation

► Calendrier



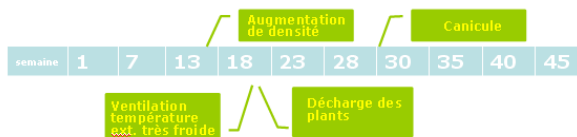
62

Pollinisation

► Calendrier

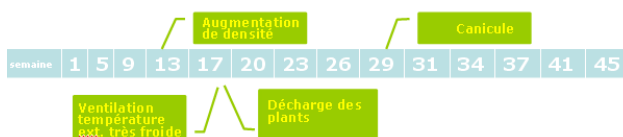
Exemple pour 1000 m²

→ Entrez une **ruche B** toute les $\pm 5-6$ semaines



Exemple pour 3000 m²

→ Entrez une **ruche A** toute les $\pm 3-4$ semaines



63

Pollinisation

► Avant

- Faire un planning en début de saison des introductions de ruches.
- Polyéthylène « Bee-Friendly »
- Introduire à temps les pollinisateurs (même semaine ou 1 semaine plus tôt que le début de la pollinisation).
- Introduire de façon régulière pour éviter les creux de pollinisation.

64

Pollinisation

▶ Pendant

- ▶ Vérification du marquage 2 fois par semaine afin de réagir rapidement en cas de besoin.
- ▶ Pensez à introduire plus de ruches lorsque vous:
 - ▶ Augmentez de densité
 - ▶ Ventilez par les ouvrants de toiture lorsque la température extérieure est $<5^{\circ}\text{C}$
 - ▶ Déchargez des plants
 - ▶ Canicule
- ▶ Équilibre du nombre de bourdons versus la qualité du pollen.
- ▶ Gestion des portes de ruches sous éclairage artificiel.