

# Préparation d'une solution nutritive

---

1. Le calcul de la solution,  
(partie théorique)
2. La préparation de la solution,  
(partie pratique)

# Dans quels cas utilise-t-on une solution nutritive ?

---

- Lors d'irrigation fertilisantes, notamment avec de l'irrigation localisée
- Lors de culture sur substrat



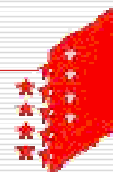
# Moyens d'injection

---

○ Injecteur proportionnel



○ Mélangeur



# Les solutions nutritives

---

- Apporter les éléments fertilisants
- Tenir compte des éléments contenus dans de **l'eau du réseau** ou du puits
- Corriger la solution selon **le recyclage**
- Utiliser des engrais simples ou complets



# Outils disponibles

---

- L'office maraîcher a développé des tables Excel, en collaboration avec la station fédérale des Fougères, pour calculer les solutions nutritives (légumes et fraises).
- Solutions à base :
  - n Engrais simples
  - n Engrais complets



# Objectifs

---

- Calcul de la solution avec une table de calcul Excel®
  1. Tenir compte des équilibres entre les éléments
  2. Intégrer la solution recyclée dans le calcul
  3. Déterminer la quantité d'engrais à préparer
  4. Régler le taux d'injection des solutions

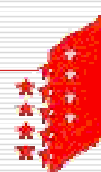


# Éléments de calcul nécessaires

---

- Données de base pour la solution nutritive = équilibre de la solution
  - n En **mmol/l** (milli mole/litre)
  - n A transformer en méq/l (milli équivalent/litre)
- Analyse de l'eau du réseau ou du puit
  - n En **méq/l**
- Concentration des engrais en **mg/l**

Unités différentes – Besoin de tables de calcul





# Données de base pour la fumure



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de  
l'économie DFE  
**Station de recherche**  
**Agroscope Changins-Wädenswil ACW**

- Légumes
- Fraise
- Fleurs

## Masse molaire (MM) des éléments chimiques

ÉLÉMENT	MM (g/mol)	ÉLÉMENT	MM (g/mol)	ÉLÉMENT	MM (g/mol)
N - Azote	14,00	O - Oxygène	16,00	Mn - Manganèse	54,90
P - Phosphore	30,97	H - Hydrogène	1,00	B - Bore	10,81
S - Soufre	32,06	C - Carbone	12,01	Zn - Zinc	65,37
K - Potassium	39,10	Na - Sodium	22,99	Cu - Cuivre	63,55
Ca - Calcium	40,08	Cl - Chlore	35,45	Mo - Molybdène	95,90
Mg - Magnésium	24,31	Fe - Fer	55,85	Si - Silicium	28,09







# Composition des solutions nutritives

CULTURE	MULTIPLICATION <sup>1</sup>	LAITUE	AUBERGINE	CONCOMBRE	POIVRON	TOMATE				
Système	SF	SF	SF	SO	SF	SO	SF	SO	SF	SO
EC (mS/cm)	2,4	2,6	1,7	2,1	1,7	2,2	1,6	2,1	1,6	2,6
PH	5-6,2	5-6,2	5-6,2	5-6,2	5-6,2	5-6,2	5-6,2	5-6,2	5-6,2	5-6,2
Macro-éléments (mmol/l)										
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,25	1,25	1	1,5	1	1,25	0,5	0,5	1	1,2
K <sup>+</sup>	6,75	11	6,5	6,75	6,5	8	5,75	6,75	6,5	9,5
Ca <sup>2+</sup>	4,5	4,5	2,25	3,25	2,75	4,0	3,5	5	2,75	5,4
Mg <sup>2+</sup>	3,0	1	1,5	2,5	1	1,375	1,125	1,5	1	2,4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	16,75	19	11,75	15,5	11,75	16	12,5	15,5	10,75	16
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,5	1,125	1,125	1,5	1	1,375	1	1,75	1,5	4,4
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1,25	2	1	1,25	1,25	1,25	1	1,25	1,25	1,5
Si <sup>a</sup>		0,5			0,75	0,75				
Oligo-éléments (μmol/l)										
Fe	25	40	15	15	15	15	15	15	15	15
Mn	10	5 <sup>b</sup>	10	10	10	10	10	10	10	10
Zn	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5
B	35	30	25	35	25	25	25	30	20	30
Cu	1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Mo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

<sup>1</sup>Sur laine de roche. <sup>a</sup>Facultatif. <sup>b</sup>Plants sur cubes de tourbe: on n'ajoute pas de Mn à la solution.



Calcul de la solution nutritive  
Engrais complet

**Solution nutritive fraise floraison - fructification**

	sn base	sn base	sn base	sn base	sn base	sn base
pH	5.8					
EC mS.cm <sup>-1</sup>	1.4					
	mg/l	mol/l	méq/l		mg/l	m-mol/l
NO <sub>3</sub>	682.04	11.00	11.00	Fe	1.004	18.00
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	145.48	1.50	1.50	Mn	0.988	18.00
SO <sub>4</sub>	144.08	1.50	3.00	Zn	0.556	8.50
NH <sub>4</sub>	0.00	0.00	0.00	B	0.108	10.00
K	215.06	5.50	5.50	Cu	0.540	8.50
Ca	140.28	3.50	7.00	Mo	0.038	0.40
Mg	36.46	1.50	3.00			

K/Ca+Mg	S anions	S cations
0.55	15.50	15.50
K/Ca		
0.79		
CIT		
24.50		

Réf. SC	S96	S96	
Réf. anal.	ER	ER	
Dates prél.	28.04.2005	28.04.2005	diff. % sn
pH	8.3		
EC	0.285		-80
	mg/l	méq/l	
NO <sub>3</sub>	20	0.32	-97
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0	0.000	-100
SO <sub>4</sub>	47.6	0.99	-67
NH <sub>4</sub>	0.04	0.00	2117
K	1.91	0.05	-99
Ca	42.7	2.13	-70
Mg	8.8	0.72	-76
Na	16.8	0.73	
Cl	10	0.28	
HCO <sub>3</sub>	129.27	2.12	
	mg/l	μ-mol/l	
Fe	0.02	0.36	-98
Mn	0	0.00	-100
Zn	0	0.00	-100
B	0.03	2.78	-72
Cu	0	0.00	-100
Mo			

A - C  
0.08

Éléments majeurs :  
transf. des mmol/l en meq/l et en mg/l

Éléments mineurs :  
transformation des μmol/l en mg/l

Résultats analyse eau en mg/l

Résultats analyse eau :  
transformation en meq et en μmol/l

Eau du réseau  
ou du puit

**Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraise - équilibre selon Agroscope Changins-Wädenswil ACW  
(Analyse eau puit 23.05.02)**

	Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K(K <sub>2</sub> O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
	Base méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
	% Analyse								
	Corr. %		100	100	100	100	100	100	100
	Total I méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
	E.R. méq/l	0.32	0.32	0.00	0.00	0.05	2.13	0.72	0.99
	Total II méq/l	10.69	10.68	0.01	1.50	5.45	4.87	2.28	2.01
A apporter	en mg/l	149.66	149.52	0.14	106.50	256.15	136.36	45.60	32.16

Déterminer les besoins



**Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraïse - équilibre selon Agroscope Changins-Wädenswil ACW  
(Analyse eau puit 23.05.02)**

	Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K(K <sub>2</sub> O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
	Base méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
	% Analyse								
	Corr. %		100	100	100	100	100	100	100
	Total I méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
	E.R. méq/l	0.32	0.32	0.00	0.00	0.05	2.13	0.72	0.99
	Total II méq/l	10.69	10.68	0.01	1.50	5.45	4.87	2.28	2.01
A apporter	en mg/l	149.66	149.52	0.14	106.50	256.15	136.36	45.60	32.16

	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
Kristalon rouge en %	12	10.1	1.9	12	36			20
en mg/kg	120.00	101.00	19.00	120.00	360.00	0.00	0.00	8.00
0.75 x g/l	90.00	75.75	14.25	90.00	270.00	0.00	0.00	6.00
	60%	51%	10179%	85%	105%	0%	0%	19%
Sulfate de magnésie en %	0						16	32
en mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.00	12.80
0.3 x g/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00	3.84
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	105%	12%
Nitrate de calcium en %	15.5	14.4	1.1			26.5		
en mg/kg	155.00	144.00	11.00	0.00	0.00	265.00	0.00	0.00
0.5 x g/l	77.50	72.00	5.50	0.00	0.00	132.50	0.00	0.00
	52%	48%	3929%	0%	0%	97%	0%	0%
Acide nitrique 60 %								
13 ml/100 l	20.28	20.28						
Total A+B+C+D x mg/l	187.78	168.03	19.75	90.00	270.00	132.50	48.00	9.84
	125%	112%	14107%	85%	105%	97%	105%	31%

Département de l'économie et du territoire

Calculer les apports

- Quantités d'engrais à diluer dans chaque bacs
- % d'injection

Département de l'économie et du territoire

Service cantonal de l'agriculture – Office d'arboriculture, d'horticulture et de cultures maraîchères



### Solutions à préparer

		Volume bac			
Engrais	kg/100 l	1000	litres	% d'injection	EC
Bac A	Kristalon rouge	10	100.0	kg	1.9
	Sulfate de magnésie	4.0	40.0		
Bac B	Nitrate de calcium	10	100.0	kg	0.5
	Acide nitrique 60 %	2.6	26.0	litres	

**K/Ca**  
0.84

**K/Ca + Mg**  
0.58

**Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraïse - équilibre selon Agroscope Changins-Wädenswil ACW  
(Analyse eau puit 23.05.02)**

	Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K(K <sub>2</sub> O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
	Base méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
	% Analyse								
	Corr. %		100	100	100	100	100	100	100
	Total I méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
	E.R. méq/l	0.32	0.32	0.00	0.00	0.05	2.13	0.72	0.99
	Total II méq/l	10.69	10.68	0.01	1.50	5.45	4.87	2.28	2.01
A apporter	en mg/l	149.66	149.52	0.14	106.50	256.15	136.36	45.60	32.16

	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
Kristalon rouge en %	12	10.1	1.9	12	36			20
en mg/kg	120.00	101.00	19.00	120.00	360.00	0.00	0.00	8.00
0.75 x g/l	90.00	75.75	14.25	90.00	270.00	0.00	0.00	6.00
	60%	51%	10179%	85%	105%	0%	0%	19%
Sulfate de magnésie en %	0						16	32
en mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.00	12.80
0.3 x g/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00	3.84
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	105%	12%
Nitrate de calcium en %	15.5	14.4	1.1			26.5		
en mg/kg	155.00	144.00	11.00	0.00	0.00	265.00	0.00	0.00
0.5 x g/l	77.50	72.00	5.50	0.00	0.00	132.50	0.00	0.00
	52%	48%	3929%	0%	0%	97%	0%	0%
Acide nitrique 60 %								
13 ml/100 l	20.28	20.28						
Total A+B+C+D x mg/l	187.78	168.03	19.75	90.00	270.00	132.50	48.00	9.84
	125%	112%	14107%	85%	105%	97%	105%	31%

Service cantonal de l'agriculture – Office d'arboriculture, d'horticulture et de cultures maraichères



**Solutions à préparer**

		Volume bac			
Engrais	kg/100 l	1000	litres	% d'injection	EC
Bac A	Kristalon rouge	10	100.0	kg	1.9
	Sulfate de magnésie	4.0	40.0		
Bac B	Nitrate de calcium	10	100.0	kg	0.5
	Acide nitrique 60 %	2.6	26.0	litres	

K/Ca 0.84  
K/Ca + Mg 0.58



**Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraïse - équilibre selon Agroscope Changins-V**  
**(Analyse eau puit 23.05.02)**

Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	SO <sub>4</sub> (S)
Base méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	3.00
% Analyse					
Corr. %		100	100	100	100
Total I méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	3.00
E.R. méq/l	0.32	0.32	0.00	0.00	0.99
Total II méq/l	10.69	10.68	0.01	1.50	2.01
A apporter en mg/l	149.66	149.52	0.14	106.50	32.16

**Solution de base:  
Nitrate 11,00 méq/l**

	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
<b>Kristalon rouge</b> en %	12	10.1	1.9	12	20
en mg/kg	120.00	101.00	19.00	120.00	8.00
0.75 x g/l	90.00	75.75	14.25	90.00	6.00
	60%	51%	10179%	85%	19%
<b>Sulfate de magnésie</b> en %	0			16	32
en mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80
0.3 x g/l	0.00	0.00	0.00	0.00	3.84
	0%	0%	0%	0%	12%
<b>Nitrate de calcium</b> en %	15.5	14.4	1.1		
en mg/kg	155.00	144.00	11.00	0.00	0.00
0.5 x g/l	77.50	72.00	5.50	0.00	0.00
	52%	48%	3929%	0%	0%
<b>Acide nitrique 60 %</b>					
13 ml/100 l	20.28	20.28			
<b>Total A+B+C+D</b> x mg/l	187.78	168.03	19.75	90.00	9.84
	125%	112%	14107%	85%	31%

**Eau du réseau déduire 0.32 méq/l**

**Total du nitrate à apporter: 149.52 mg/l**

Département de l'économie et du territoire  
 Service cantonal de l'agriculture – Office d'arboriculture, d'horticulture et de cultures maraichères



**Solutions à préparer**

		Volume bac				
Engrais	kg/100 l	1000	litres	% d'injection	EC	
Bac A	Kristalon rouge	10	100.0	kg	0.8	1.9
	Sulfate de magnésie	4.0	40.0			
Bac B	Nitrate de calcium	10	100.0	kg	0.5	
	Acide nitrique 60 %	2.6	26.0	litres		

**K/Ca** 0.84      **K/Ca + Mg** 0.58

**Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraîse**  
(Analyse eau puit 23.05.02)

ACW

Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>
Base méq/l	11.01	11.00
% Analyse		
Corr. %		100
Total I méq/l	11.01	11.00
E.R. méq/l	0.32	0.32
Total II méq/l	10.69	10.68
A apporter en mg/l	149.66	149.52

**Engrais complet composition en %**

Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
7.00	3.00	3.00
100	100	100
7.00	3.00	3.00
2.13	0.72	0.99
4.87	2.28	2.01
136.36	45.60	32.16

	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
Kristalon rouge en %	12	10.1	1.9	12	36			20
en mg/kg	120.00	101.00	19.00	120.00	360.00	0.00	0.00	8.00
0.75 x g/l	90.00	75.75	14.25	90.00	270.00	0.00	0.00	6.00
	60%	51%	10179%	85%	105%	0%	0%	19%
Sulfate de magnésie en %	0						16	32
en mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.00	12.80
0.3 x g/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00	3.84
	0%	0%	0%	0%				
Nitrate de calcium en %								
en mg/kg			1.1					
0.5 x g/l			11.00	0.00				
			5.50	0.00				
			3929%	0%				
Acide nitrique 60 %								
13 m								
Total A+B+C+D x g/l			19.75	90.00				
			14107%	85%				

**Déterminer la concentration en g/l**

**Pour s'approcher de 100% des besoins**

Service cantonal de l'agriculture – Office d'arboriculture, d'horticulture et de cultures maraîchères

CANTON DU VALAIS  
KANTON VALAIS

**Solutions à préparer**

	Engrais	kg/100 l	Volume bac	% d'injection	EC
Bac A	Kristalon rouge	10	100.0 litres	0.8	1.9
	Sulfate de magnésie	4.0	40.0 kg		
Bac B	Nitrate de calcium	10	100.0 litres	0.5	
	Acide nitrique 60 %	2.6	26.0 litres		

K/Ca 0.84  
K/Ca + Mg 0.58

Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraise - équilibre selon Agroscope Changins-Wädenswil ACW

**Ajouter:**  
 -sulfate de magnésie  
 -nitrate de calcium  
 -acide nitrique pour compléter les besoins

O <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P2O5)	K(K2O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
100	0.1	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
100	10	100	100	100	100	100
100	0.0	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
102	0.00	0.00	0.05	2.13	0.72	0.99
108	0.01	1.50	5.45	4.87	2.28	2.01
152	0.14	106.50	256.15	136.36	45.60	32.16

	O <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
	1	1.9	12	36			20
en mg/kg	120.00	101.00	19.00	120.00	360.00	0.00	0.00
0.75 x g/l	90.00	75.75	14.25	90.00	270.00	0.00	0.00
	60%	51%	10179%	85%	105%	0%	0%
	<b>N total</b>	<b>N-NO<sub>3</sub></b>	<b>N-NH<sub>4</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
Sulfate de magnésie en %	0						16
en mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.00
0.3 x g/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	105%
	<b>N total</b>	<b>N-NO<sub>3</sub></b>	<b>N-NH<sub>4</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
Nitrate de calcium en %	15.5	14.4	1.1			26.5	
en mg/kg	155.00	144.00	11.00	0.00	0.00	265.00	0.00
0.5 x g/l	77.50	72.00	5.50	0.00	0.00	132.50	0.00
	52%	48%	3929%	0%	0%	97%	0%
	<b>N total</b>	<b>N-NO<sub>3</sub></b>	<b>N-NH<sub>4</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
Acide nitrique 60 %	20.28	20.28					
13 ml/100 l	20.28	20.28					
Total A+B+C+D x mg/l	187.78	168.03	19.75	90.00	270.00	132.50	48.00
	125%	112%	14107%	85%	105%	97%	105%
							31%

Departement de l'economie et du territoire  
 Service cantonal de l'agriculture – Office d'arboriculture, d'horticulture et de cultures maraichères



**Solutions à préparer**

Engrais	kg/100 l	Volume bac		% d'injection	EC
		litres	kg		
Bac A	Kristalon rouge	10	100.0	0.8	1.9
	Sulfate de magnésie	4.0	40.0		
Bac B	Nitrate de calcium	10	100.0	0.5	
	Acide nitrique 60 %	2.6	26.0		

**K/Ca**      **K/Ca + Mg**  
 0.84      0.58

**Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraïse - équilibre selon Agroscope Changins-Wädenswil ACW  
(Analyse eau puit 23.05.02)**

	Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P2O5)	K(K2O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
	Base méq/l	11.01	11.00	0.01					
	% Analyse								
	Corr. %		100	100					
	Total I méq/l	11.01	11.00	0.01					
	E.R. méq/l	0.32	0.32	0.00					
	Total II méq/l	10.69	10.68	0.01					
A apporter	en mg/l	149.66	149.52	0.14					

La quantité d'engrais est calculée pour chaque bac selon le volume désiré

		N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P2O5)	K(K2O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
Kristalon rouge	en %	12	10.1	1.9					
	en mg/kg	120.00	101.00	19.00					
	0.75 x g/l	90.00	75.75	14.25	90.00	270.00	0.00	0.00	6.00
		60%	51%	10179%	85%	105%	0%	0%	19%
Sulfate de magnésie	en %	0							
	en mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
	0.3 x g/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
		0%	0%	0%	0%	0%			
Nitrate de calcium	en %	15.5	4.4	1.1					
	en mg/kg	155.00	44.00	11.00	0.00	0.00			
	0.5 x g/l	77.50	22.00	5.50	0.00	0.00			
		52%	48%	3929%	0%	0%	97%	0%	0%
Acide nitrique 60 %									
	13 ml/100 l	20.28	20.28						
Total A+B+C+D	x mg/l	187.78	168.03	19.75	90.00	270.00	132.50	48.00	9.84
		125%	112%	14107%	85%	105%	97%	105%	31%

Et le taux d'injection s'affiche

Departement de l'économie et du territoire  
Service cantonal de l'agriculture – Office d'arboriculture, d'horticulture et de cultures maraîchères



**Solutions à préparer**

Bac	Engrais	Volume bac		% d'injection	EC	K/Ca K/Ca + Mg		
		kg/100 l	litres			EC	pH	
Bac A	Kristalon rouge	10	100.0	0.8	1.9	0.84	0.58	Calculé
	Sulfate de magnésie	4.0	40.0			0.9	0.74	Recherché
Bac B	Nitrate de calcium	10	100.0	0.5		0.8 à 1.8	5.2 à 6.4	Au goutteur
	Acide nitrique 60 %	2.6	26.0			max 2		Au drainage

**Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraise - équilibre selon Agroscope Changins-Wädenswil ACW  
(Analyse eau puit 23.05.02)**

Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P2O5)	K(K2O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
Base méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
<b>% Analyse</b>								
<b>Corr. %</b>		100	100	100	100	100	100	100
Total I méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
E.R. méq/l	0.32	0.32	0.00	0.00	0.05	2.13	0.72	0.99
Total II méq/l	10.69	10.68	0.01	1.50	5.45	4.87	2.28	2.01
A apporter en mg/l	149.66	149.52	0.14	106.50	256.15	136.36	45.60	32.16

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>			
Kristalon rouge en %	2	36			20			
en mg/l	0.00	360.00	0.00	0.00	8.00			
0.75 x g/l	0.00	270.00	0.00	0.00	6.00			
	%	105%	0%	0%	19%			
Sulfate de magnésie en %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>			
en mg/l	0.00	0.00	0.00	16	32			
0.3 x g/l	0.00	0.00	0.00	160.00	12.80			
	%	0%	0%	105%	12%			
Nitrate de calcium en %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>			
en mg/kg	15.5	14.4	1.1	26.5				
0.5 x g/l	155.00	144.00	11.00	0.00	0.00			
	77.50	72.00	5.50	0.00	0.00			
	52%	48%	3929%	0%	0%			
Acide nitrique 60 %	<b>N total</b>	<b>N-NO<sub>3</sub></b>	<b>N-NH<sub>4</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>SO<sub>3</sub></b>
13 ml/100 l	20.28	20.28						
Total A+B+C+D x mg/l	187.78	168.03	19.75	90.00	270.00	132.50	48.00	9.84
	125%	112%	14107%	85%	105%	97%	105%	31%

L'ensemble doit respecter un certain équilibre entre les éléments

Service cantonal de l'agriculture – Office d'arboriculture, d'horticulture et de cultures maraichères



**Solutions à préparer**

Engrais	kg/100 l	Volume bac		% d'injection	EC	
		litres				
Bac A	Kristalon rouge	10	100.0	kg	0.8	1.9
	Sulfate de magnésie	4.0	40.0			
Bac B	Nitrate de calcium	10	100.0	kg	0.5	
	Acide nitrique 60 %	2.6	26.0	litres		

K/Ca	K/Ca + Mg	
0.84	0.58	Calculé
0.9	0.74	Recherché
EC	pH	
0.8 à 1.8	5.2 à 6.4	Au goutteur
max 2		Au drainage

**Solution nutritive Fraise Floraison-Fructification - Serre5 - 2006**  
(Analyse eau du réseau du 02.03.06)

	Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P2O5)	K(K2O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)	en mg/l			
										Fe	Mn	Zn	B
11.08.2006	Base méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00	1.00	0.99	0.56	0.11
	( % Analyse		-28	282621	-53	-30	-26	-31	-1	-64	-87	-21	30
	Corr. %		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Total I méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00	1.00	0.99	0.56	0.11
	E.R. méq/l	0.32	0.32	0.00	0.00	0.10	4.49	1.82	3.08	0.01	0	0.3	0.05
A apporter	Total II méq/l	10.69	10.68	0.01	1.50	5.40	2.51	1.18	-0.08	0.99	0.99	0.26	0.06
	en mg/l	149.66	149.52	0.14	106.50	253.80	70.28	23.60	-1.28	0.99	0.99	0.26	0.06

		N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	en mg/l			
										Fe	Mn	Zn	B
Kristalon rouge	en %	12	10.1	1.9	12	36		1	20	0.07	0.04	0.025	0.025
	en mg/kg	120.00	101.00	19.00	120.00	360.00	0.00	10.00	8.00	0.70	0.40	0.25	0.25
	0.8 x g/l	96.00	80.80	15.20	96.00	288.00	0.00	8.00	6.40	0.56	0.32	0.20	0.20
Sulfate de magnésie	en %							16	32	0.00	0.00	0.00	0.00
	en mg/kg						0.00	160.00	12.80	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.1 x g/l						0.00	16.00	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00
Hauert Oligo	en %									8.5	4.4	1.8	1.7
	en mg/kg						0.00	0.00	0.00	85.00	44.00	18.00	17.00
	0.005 x g/l						0.00	0.00	0.00	0.43	0.22	0.09	0.09
Nitrate de calcium	en %						26.5			0.00	0.00	0.00	0.00
	en mg/kg						265.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.27 x g/l						71.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sulfate de Mn	en %	0								0.00	32		
	en mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	320.00	0.00	0.00
	0.0014 x g/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00
Acide nitrique 60 %	en %	28%	26%	2121%	0%	0%	102%	0%	0%	0%	45%	0%	0%
	N total												
	28 ml/100 l	43.68	43.68										
Total A+B+C+D+E	x mg/l	181.53	163.36	18.17	96.00	288.00	71.55	24.00	7.68	0.99	0.99	0.29	0.29
		121%	109%	12979%	90%	113%	102%	102%	-600%	99%	100%	113%	491%

**Complément pour les oligo-éléments:**

- Hauert Oligo
- Sulfate de Mn
- Fer 6, 11, 13

**Solutions à préparer**

Bac	Engrais	kg/100 l	Volume bac		% d'injection	EC
			litres	kg		
Bac A	Kristalon rouge	11	5.5	5.5	0.7	1.5
	Hauert Oligo	0.069	0.034			
	Sulfate de magnésie	1.4	0.7			
Bac B	Nitrate de calcium	5.5	2.8	2.8	0.5	
	Sulfate de Mn	0.029	0.014			
	Acide nitrique 60 %	5.7	2.9	2.9		

K/Ca	K/Ca + Mg	
0.88	0.62	Calculé
0.9	0.74	Recherché
EC		pH
0.8 à 1.8	5.2 à 6.4	Au goutteur
max 2		Au drainage

# Calcul d'une **solution recyclée** avec engrais complet

---

## ○ Fraise – Floraison et fructification





**Solution nutritive fraise Serre5 ; Production normale recyclée**

	sn base	sn base	sn base	sn base	sn base	sn base
<b>pH</b>	5.8					
<b>EC mS.cm<sup>-1</sup></b>	1.4					
	<b>mg/l</b>	<b>mol/l</b>	<b>méq/l</b>		<b>mg/l</b>	<b>m-mol/l</b>
NO <sub>3</sub>	682.04	11.00	11.00	Fe	1.004	18.00
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	145.48	1.50	1.50	Mn	0.988	18.00
SO <sub>4</sub>	144.08	1.50	3.00	Zn	0.556	8.50
NH <sub>4</sub>	0.00	0.00	0.00	B	0.108	10.00
K	215.06	5.50	5.50	Cu	0.540	8.50
Ca	140.28	3.50	7.00	Mo	0.038	0.40
Mg	36.46	1.50	3.00			

<b>K/Ca+Mg</b>	<b>S anions</b>	<b>S cations</b>
0.55	15.50	15.50
<b>K/Ca</b>		
0.79	<b>K/Ca+Mg</b>	
	0.53	
<b>CIT</b>	<b>K/Ca</b>	
24.50	0.74	

Réf. SC	S170	S170		
Réf. anal.	Gt fraise	Gt fraise		
Dates préél.	11.08.2006	11.08.2006	diff. % sn	
<b>pH</b>	6			
<b>EC</b>	1.238		-12	
	mg/l	méq/l		
NO <sub>3</sub>	492.80	7.95	-28	Manque
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	67.00	0.706	-53	Manque
SO <sub>4</sub>	142.30	2.96	-1	
NH <sub>4</sub>	5.10	0.28	282621	Accumulation
K	150.00	3.84	-30	Manque
Ca	104.00	5.19	-26	Manque
Mg	25.00	2.06	-31	Manque
Na	12.60	0.55		
Cl	13.60	0.38		
HCO <sub>3</sub>	16.76	0.27		
	mg/l	μ-mol/l		
Fe	0.36	6.45	-64	Manque
Mn	0.13	2.37	-87	Manque
Zn	0.44	6.73	-21	
B	0.14	12.96	30	Accumulation
Cu	0.05	0.79	-91	Manque
Mo				

A - C  
0.36

Eléments majeurs :  
transf. des mmol/l en meq/l et en mg/l

Eléments mineurs :  
transformation des μmol/l en mg/l

Résultats analyse au goutteur en mg/l

Résultats analyse au goutteur  
transformation en meq et en μmol/l

Correction en % de la solution base

Correction selon la  
solution recyclée

**Solution nutritive Floraison/Fructification - Fraise - équilibre selon Agroscope Changins-Wädenswil ACW  
(Analyse eau puit 23.05.02)**

Eléments	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (P2O5)	K(K2O)	Ca(O)	Mg(O)	SO <sub>4</sub> (S)
Base méq/l	11.01	11.00	0.01	1.50	5.50	7.00	3.00	3.00
Δ % Analyse		-28	282621	-53	-30	-26	-31	-1
Corr. %		130	100	125	115	113	115	100
Total méq/l	14.31	14.30	0.01	1.88	6.33	7.91	3.43	3.00
E.R. méq/l	0.32	0.32	0.00	0.00	0.05	2.13	0.72	0.99
Total II méq/l	13.99	13.98	0.01	1.88	6.28	5.78	2.73	2.01
A apporter en mg/l	195.86	195.72	0.14	133.13	294.93	161.84	54.60	32.16

	N total	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
Kristalon rouge en %								20
en mg/kg							0.00	8.00
1 x g/l							0.00	8.00
							0%	25%
							MgO	SO <sub>3</sub>
Sulfate de magnésie en %							6	32
en mg/kg							160.00	12.80
0.35 x g/l							56.00	4.48
							103%	14%
							MgO	SO <sub>3</sub>
Nitrate de calcium en %								
en mg/kg							0.00	0.00
0.6 x g/l							0.00	0.00
							0%	0%
							MgO	SO <sub>3</sub>
Acide nitrique 60 %								
13 ml/100 l								
Total A+B+C+D x mg/l							56.00	12.48
							103%	39%

Correction de la nouvelle solution selon l'analyse au goutteur

Pour P – K – Ca – Mg :  
Correction = X % / 2

Pour N rester à 100%  
± 15%

**Solutions à préparer**

Engrais	kg/100 l	1000 litres	% d'injection	EC	K/Ca + Mg		
Bac A	Kristalon rouge 10	100.0 kg	1.0	2.4	0.99	0.68	Calculé
	Sulfate de magnésie 3.5	35.0			0.9	0.74	Recherché
Bac B	Nitrate de calcium 10	100.0 kg	0.6		<b>EC</b>		
	Acide nitrique 60 % 2.2	21.7 litres			0.8 à 1.8	5.2 à 6.4	Au goutteur
					max 2		Au drainage

de l'économie et du territoire  
et de cultures maraichères



# Solutions à base d'engrais simples

---

- Engrais simples bien moins chères
- Meilleur ajustement de la solution, notamment lors de solution recyclée



**TOMATE**

Département de l'économie et du territoire  
Service cantonal de l'agriculture – Office d'arboriculture, d'horticulture et de cultures maraichère

**SOLUTION NUTRITIVE****SOLUTION POUR PRODUCTION NORMALE**

Fertilisation du 20.04 au

Pour x litres de solution mère	<b>1000</b>	litres
--------------------------------	-------------	--------

Analyse eau du réseau 08.02.2005

Quantité:	mg/l	SS 1:200 kg/xxl Solution kg/xxl	
<b>Solution A</b>	<b>mg/l</b>	<b>kg</b>	
Phosphate monopotassique $\text{KH}_2\text{PO}_4$	168.64	<b>33.7</b>	
Dihydrogénophosphate d'ammonium $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0.00	<b>0.0</b>	
Nitrate de magnésium $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	35.84	<b>7.2</b>	
Sulfate de magnésium $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	43.05	<b>8.6</b>	
Nitrate d'ammonium $\text{NO}_3\text{NH}_4$	66.56	<b>13.3</b>	
Sulfate de potasse $\text{K}_2\text{SO}_4$	74.04	<b>14.8</b>	
Sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.00	<b>0.0</b>	
<b>Oligo- éléments</b>	<b>mg/l</b>	<b>g</b>	
Sulfate de manganèse 24.6% <b>Mn</b>	1.939	<b>388</b>	
Sulfate de zinc 22.7% <b>Zn</b>	0.722	<b>144</b>	
Acide borique 17.5% <b>B</b>	0.731	<b>146</b>	
Sulfate de cuivre 25% <b>Cu</b>	0.107	<b>21</b>	
Molybdate d'ammonium 40% <b>Mo</b>	0.120	<b>24</b>	

<b>Solution B</b>	mg/l	kg	
Nitrate de potasse $\text{KNO}_3$	437.33	<b>87.5</b>	
Nitrate de chaux $5(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})\text{NO}_3\text{NH}_4$	176.04	<b>35.2</b>	
	mg/l	<b>g</b>	
Fe EDTA 13.1%	6.128	<b>1226</b>	

<b>Solution C</b>	Bac de	<b>400</b>	litres
	%		
Acide nitrique 60%; d = 1,37 $\text{HNO}_3$	3	<b>12.0</b>	

**Consignes:**

**pH**      **EC**  
5.5      2.5

**Solution nutritive tomate Mazembre: production normale (n° x/05)**

Pour supprimer la protection des cellules taper "solution"

**(Analyse eau du réseau du**

Eléments	K	Ca	Mg	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
Base méq/l	6.50	5.50	2.00	1.00	10.75	1.25	3.00
Δ %	-79	578	1377	-92	-34	-70	755
Corr. %	100	100	100	100	100	100	100
Total l méq/l	6.50	5.50	2.00	1.00	10.75	1.25	3.00
E.R.	0.08	3.87	1.37	0.01	0.05	0.01	1.80
Total a méq/l	6.42	1.63	0.63	1.00	10.70	1.24	1.20

Pas de recyclage  
Correction selon la solution recyclée

								mg pour 1 méq	mg/l	ml/l
HNO <sub>3</sub>					3.60			63.00	226.80	0.28
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.24						1.24	136.00	168.64	
Nitr. de Ca		1.63		0.16	1.79			108.00	176.04	
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O			0.28		0.28			128.00	35.84	
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O			0.35					123.00	43.05	
KNO <sub>3</sub>	4.33				4.33			101.00	437.33	
NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub>				0.83	0.83			80.00	66.56	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.85							87.00	74.04	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>								66.00	0.00	
									1228.30	<b>EC</b>
Total b	6.42	1.63	0.63	1.00	10.84	1.24	1.20			1.75
Δ % ab	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	-0.16	0.08		<b>K/Ca</b>	<b>K/Ca+Mg</b>
Total b + ER	6.50	5.50	2.00	1.00	10.89	1.25	3.00		1.18	0.87

**Oligo-éléments**

Eléments	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Na	Cl	HCO <sub>3</sub>
Base m-mol/l	15	10	4	20	0.75	0.5			
E.R. m-mol/l	0.627	0.656	12.538	4.63	0.189				
E.R. méq/l							0.392	0.254	3.6
m-mol/l	14.373	9.344	-8.538	15.37	0.561	0.5			
mg/μ-mol	0.05585	0.0549	0.06539	0.01081	0.06355	0.0959			
% de l'élément	13.1	24.6	22.7	17.5	25	40			
Corr. %	100	93	20	77	75	100			
mg/l	6.128	1.939	0.722	0.731	0.107	0.120			
Corr. μ-mol/l	15	9.3	0.8	15.4	0.5625	0.5			
Total μ-mol/l	15.627	9.956	13.338	20.03	0.7515	0.5			
Δ %	249	1922	1624	2298	572	0			
OE Norme μ-mol/l	15	10	4	20	0.75	0.5			
Δ % Norme	104	100	333	100	100	100			

# Préparation de la solution nutritive

## ○ Répartition dans les bacs

Bac A	Bac B	Bac acide
Eau Nitrate d'ammonium Phosphate monopotassique Chlorure de potassium Nitrate de potassium	Eau Nitrate de calcium Nitrate de magnésium Oligo-éléments + fer	Eau Acide nitrique  Verser l'acide dans l'eau

