

# Comment produire du maïs sans engrais chimique.

Par Roger Rivest, agr. MAPAQ St-Hyacinthe

Le maïs est une plante très exigeante du point de vue de ses besoins en éléments nutritifs, mais c'est une plante qui est assez efficace pour utiliser les diverses sources d'éléments fertilisants. C'est la plante la plus performante pour transformer l'énergie solaire en produit utile si l'on maintient un minimum d'éléments pour assurer son bon fonctionnement.

Dans la production sans intrant, pour nourrir la plante, on dispose de deux sources soit les réserves du sol et les apports sous formes organiques.

## Conditions du sol

Un élément primordial pour l'utilisation maximale de ces sources est la condition du sol pour les deux raisons suivantes :

- 1) Le sol doit être suffisamment aéré pour maximiser le travail des micro-organismes du sol qui vont libérer les éléments nutritifs.
- 2) Le sol doit être suffisamment lâche pour permettre un développement maximum des racines pour utiliser les éléments libérés dans tout le volume de sol. Si on évalue la fertilité sur l'ensemble de la surface et sur une profondeur de 20 centimètres (8 pouces) et que les racines du maïs les plus actives explorent seulement une bande de 9 pouces chaque côté du rang et une profondeur de 4 pouces, le maïs a disposé seulement de 30% des éléments que l'on considérerait disponibles.

On peut inclure la température du sol au printemps aussi comme facteur agissant sur les deux points, soit la croissance des racines et la libération des éléments au printemps. Le début de la croissance est autour de 10 degrés celsius mais la croissance est plus normale autour de 15 degrés celsius.

## Disponibilité des éléments

### Le potassium

Le potassium sous nos conditions est rarement limitant pour la culture du maïs. Les seuls cas de carence que l'on rencontre, le sont sur des sols très compacts ou dans des champs où les racines ont été brûlées par un herbicide ou mangées par des insectes(chrysomèle des racine)

### Le phosphore

Le phosphore (Mehlich) est un bon indicateur de la capacité du sol à fournir du phosphore au maïs. Plus l'analyse de phosphore (Mehlich) augmente plus le phosphore soluble à l'eau augmente. Des sols qui ont des teneurs en phosphore soluble autour de 5 à 6 ppm peuvent produire du maïs sans phosphore dans le démarreur sans problème. On peut également utiliser la saturation en phosphore comme indicateur de la disponibilité entre 15 et 20% dépendant des types de sol. Si on analyse le comportement des sols du point de vue disponibilité du phosphore, vous remarquerez en consultant le tableau suivant que la teneur en phosphore Mehlich pour obtenir 5 à 6 ppm varie d'un sol à l'autre.

<b>Groupes de solubilité</b>	<b>Séries de sol</b>	<b>P Mehlich3kg/ha</b>  <b>pour</b>  <b>5ppm de P soluble</b>	<b>Taux de saturation</b>  <b>%</b>
<b>Groupe 1</b>	<b>Courval St-Hyacinthe (HY3)</b> <b>St-Aimé (AI3) St-Urbain (Ub3)</b>	<b>154</b>	<b>15%</b>
<b>Groupe 2</b>	<b>Corbin Du Jour St-Hyacinthe (HY4)</b> <b>St-Urbain (Ub5) Ste-Rosalie Yamaska</b>	<b>174</b>	<b>14%</b>
<b>Groupe 3</b>	<b>Kierkoski St-Marcel</b>	<b>157</b>	<b>15%</b>

<b>Groupes de solubilité</b>	<b>Séries de sol</b>	<b>P Mehlich3kg/ha</b>  <b>pour</b>  <b>5ppm de P soluble</b>	<b>Taux de saturation</b>  <b>%</b>
<b>Groupe 4</b>	<b>Joseph Massueville Michaudville St-Damase</b> <b>St-Aimé (AI2)</b>	<b>207</b>	<b>22%</b>
<b>Groupe 5</b>	<b>Des Saults Ste-Rose</b> <b>St-Sébastien</b>	<b>231</b>	<b>23%</b>
<b>Groupe 6</b>	<b>Providence</b>	<b>245</b>	<b>23%</b>



**Résultats de trois suivis en 1994**

<b>Parcelle 1</b>	<b>lisier 4500 gal en post- émergence</b>		
<b>Phosphore 682 kg/ha</b>	<b>Potassium 833 kg/ha</b>	<b>nitrate 4 ppm</b>	

<b>Traitement</b>	<b>analyse</b>			<b>prélèvement</b>			
	<b>N %</b>	<b>P %</b>	<b>K %</b>	<b>Poids des plantules kg/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P205 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>0-0-0</b>	<b>1.84</b>	<b>0.56</b>	<b>5.1</b>	<b>163</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
<b>63-0-0</b>	<b>3.23</b>	<b>0.56</b>	<b>5.24</b>	<b>474</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>25</b>
<b>norme</b>	<b>3.5</b>	<b>0.40</b>	<b>4.00</b>				
<b>Résultats</b>			<b>Rendements kg/ha</b>				
<b>0-0-0</b>			<b>9000</b>			<b>27%</b>	
<b>63-0-0</b>			<b>10000</b>			<b>23%</b>	

<b>Parcelle 2</b>	<b>lisier 4000 gal en prélevée</b>	
<b>Phosphore 169 kg/ha</b>	<b>Potassium 336 kg/ha</b>	<b>nitrate 7 ppm</b>

<b>Traitement</b>	<b>analyse</b>					<b>prélèvement</b>	
	<b>N %</b>	<b>P %</b>	<b>K %</b>	<b>Poids des plantules kg/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P205 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>0-0-0</b>	<b>3.57</b>	<b>0.43</b>	<b>4.85</b>	<b>125</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
<b>40-0-0</b>	<b>3.92</b>	<b>0.38</b>	<b>4.28</b>	<b>181</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
<b>norme</b>	<b>3.5</b>	<b>0.40</b>	<b>4.00</b>				
<b>Résultats</b>			<b>rendements kg/ha</b>		<b>% humidité</b>		
<b>0-0-0</b>			<b>9700</b>		<b>27%</b>		
<b>40-0-0</b>			<b>9700</b>		<b>23%</b>		

<b>Parcelle 3</b>	<b>lisier 3000 gal automne retour de pois +engrais vert</b>	
<b>Phosphore 437 kg/ha</b>	<b>Potassium 307 kg/ha</b>	<b>nitrate 12 ppm</b>

<b>Traitement</b>	<b>analyse</b>					<b>prélèvement</b>	
	<b>N %</b>	<b>P %</b>	<b>K %</b>	<b>Poids des plantules kg/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P205 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>0-0-0</b>	<b>3.70</b>	<b>0.36</b>	<b>4.67</b>	<b>198</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>11</b>
<b>40-0-0</b>	<b>4.23</b>	<b>0.36</b>	<b>4.96</b>	<b>250</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>15</b>
<b>norme</b>	<b>3.5</b>	<b>0.40</b>	<b>4.00</b>				
<b>Résultats</b>				<b>rendements kg/ha</b>		<b>% humidité</b>	
<b>0-0-0</b>				<b>9800</b>		<b>26%</b>	
<b>40-0-0</b>				<b>11900</b>		<b>25%</b>	
<b>0-0-0 + 40-0-0 en post- émergence</b>				<b>10600</b>		<b>27%</b>	

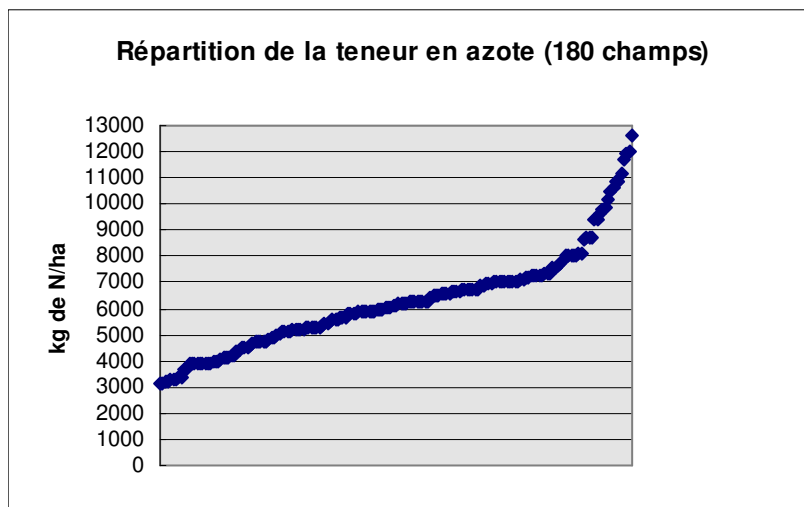
**N.B La parcelle 0-0-0 a manqué d'azote en fin de saison car le potentiel de rendement était très haut.**

### **Où trouver de l'azote ?**

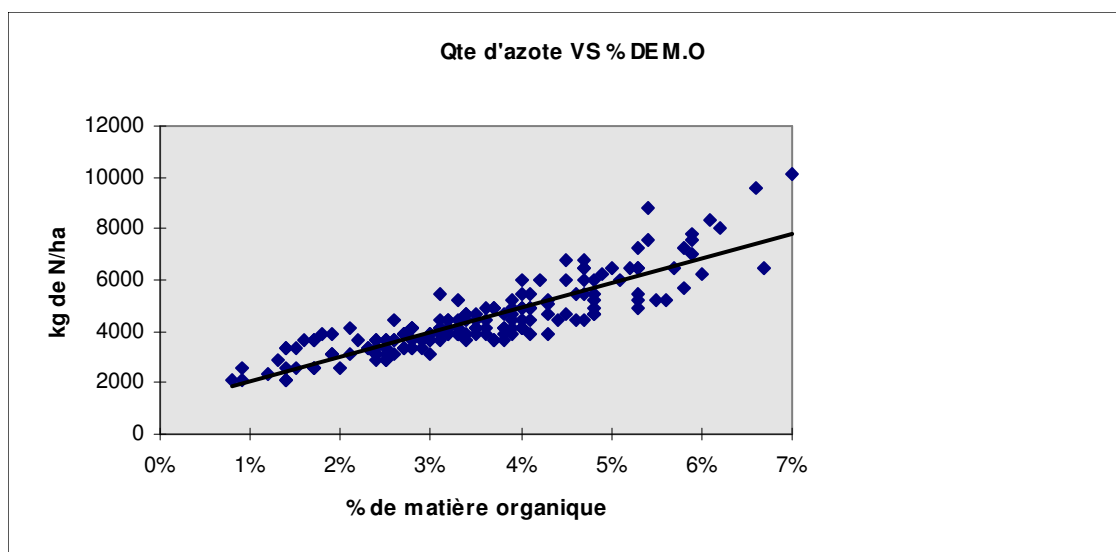
L'azote est la plupart du temps le principal facteur limitant dans la production de maïs-grain. Un hectare de maïs doit trouver entre 220 et 284 kg/ha d'azote quelque soit sa provenance pour exprimer son plein potentiel. C'est ce que l'on trouve dans une récolte de maïs-ensilage. Le grain prélève seulement entre 100 et 150 kg de N/ha dépendant des rendements. Sans l'utilisation des engrais chimiques on dispose de trois sources : l'azote du sol, celui du précédent cultural et celui du fumier.

### **L'azote du sol :**

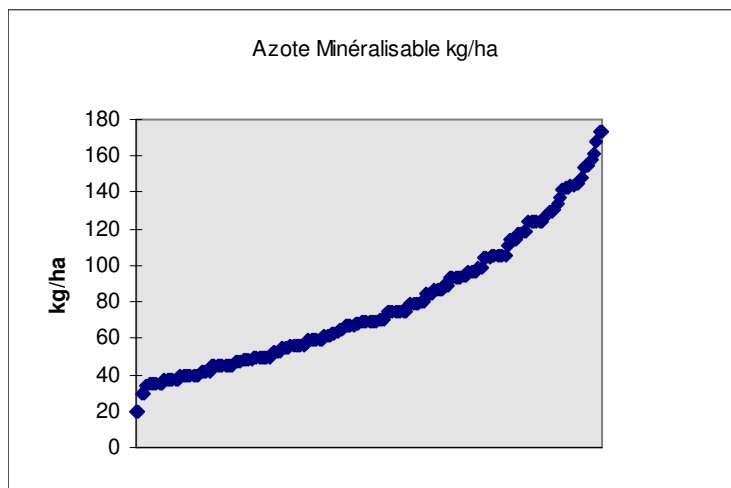
Dans le sol, on dispose d'une réserve d'azote organique qui représente entre 3000 et 12000 kg/ha d'azote.



Cette teneur en azote est fonction de la teneur en matière organique. On peut figurer que la matière organique contient environ 5% d'azote.



On peut calculer un taux de minéralisation de 3% dans les sols sableux, de 2% dans les loams et les argiles bien structurées et 1% dans les argiles compactes. Si on utilise ces coefficients de minéralisation et les taux d'azote pour chacun des sols on peut obtenir des quantités d'azote variant entre 20 et 170 kg/ha. Des études montrent que 50% de l'azote qui se retrouve dans les plants de maïs provient du sol. Toutefois cette quantité d'azote est difficile à prévoir. Certains sols ont peu d'azote mais minéralisent bien (loam sableux) alors que d'autres sont bien garnis mais minéralisent peu (argile). Souvent lorsqu'il faut ajouter d'avantage d'azote c'est parce que le sol en fournit moins.



### L'azote du précédent cultural

Le précédent cultural a un certain rôle dans le besoin en azote . Le sol qui est constamment sollicité pour fournir de l'azote, finit par épuiser ses formes facilement disponibles et nécessite davantage d'apports d'azote facilement assimilable. Lorsque l'on a fait des essais sur la fertilisation en azote dans les années 1993 à 1995, on gardait des témoins pour mesurer la réponse à l'azote et cela nous a permis de voir le potentiel de certains précédents. Le pourcentage de suffisance est la proportion du rendement possible sans l'utilisation de l'azote de l'engrais.

Précédent	Suffisance en azote variation	Suffisance en azote médiane
<b>Mais</b>	<b>27 à 72%</b>	<b>54%</b>
<b>Soya</b>	<b>34 à 81%</b>	<b>72%</b>
<b>Haricot</b>	<b>59 à 78%</b>	<b>72%</b>
<b>Pois + engrais vert</b>	<b>51 à 92%</b>	<b>77%</b>
<b>Prairie + fumier</b>	<b>74 à 92%</b>	<b>81%</b>



<b>Précédent</b>	<b>Qte de N pour le rendement maximum kg/ha</b>
<b>Mais</b>	<b>172</b>
<b>Soya</b>	<b>145</b>
<b>Haricot</b>	<b>130</b>
<b>Pois + engrais vert</b>	<b>130</b>
<b>Prairie + fumier</b>	<b>100</b>

Dans certains de ces sols, l'augmentation de rendement ne justifie pas l'ajout d'azote supplémentaire. Sur ces sols, les rendements obtenus avec les témoins nous permettent de calculer qu'ils ont fourni plus de 200 kg/ha d'azote.

### **L'azote des fumiers :**

Dans l'utilisation du fumier, il faut surveiller le ratio  $\text{NH}_3/\text{N}$  total. Plus ce ratio est haut plus le fumier travaille rapidement. S'il est mis trop tôt à l'automne, les pertes sont grandes par lessivage car il peut facilement être converti en nitrate. Les fumiers avec plus de forme ammoniacale doivent être enfouis pour réduire les pertes par volatilisation. Le C/N est aussi un indicateur du % de disponibilité. Les fumiers avec des C/N élevés doivent de préférence être mis l'automne sinon l'azote arrive trop peu et trop tard.

Type de fumier	M.S %	N kg/t	N-NH3 kg/t	<u>N-NH3</u> N-Total	C/N	P2O5 kg/t	K2O kg/t
lisier de porc	3.4	3.9	2.8	72%	4	2.7	2.3
fumier de poulet(6 mois)	67	26.8	6.7	25%	12	25	16.3
fumier de vache	21	6.1	2.2	36%	17	3.4	5.5
purin de vache (surnageant)	2	1.8	1.3	72%	3	0.5	3.7
lisier de vache	7.4	3.1	1.6	51%	12	1.4	3.8
fumier de veau de grain	26	7.5	2.2	30%	17	4.4	4.8

### Stratégies de fertilisation :

Il faut avoir deux objectifs : 1) Faire produire à notre sol un minimum de nitrates au début de la saison et en avoir suffisamment jusqu'à la fin d'août.

Pour avoir des nitrates tôt au printemps pour le maïs il faut :

--Enfouir un engrais vert de façon superficielle à l'automne

--Enfouir du fumier de poulet avec un chisel à l'automne

--Épandre du lisier de porc avant le semis

--Épandre du lisier de vache avant le semis dans une terre sableuse

--Épandre du purin de vache juste après le semis lorsque le sol est sec.

Pour avoir suffisamment d'azote pour la saison il faut la calculer avec des normes reconnues et éprouvées.



### Lisier de porc

<b>Culture précédente</b>	<b>Soya ou Céréale + engrais vert</b>
<b>Travail du sol proposé</b>	<b>Chisel</b>
<b>Besoin d'azote</b>	<b>entre 130 et 160 kg de N/ha</b>

#### Stratégie 1

<b>Temps</b>	<b>dose/acre</b>	<b>m3/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P2O5 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>Automne</b>	<b>3000 gal</b>	<b>35</b>	<b>62</b>	<b>48</b>	<b>73</b>
<b>pré-semis ou post-émergence</b>	<b>3500 gal</b>	<b>40</b>	<b>109</b>	<b>88</b>	<b>91</b>
<b>Total</b>			<b>170</b>	<b>136</b>	<b>164</b>

#### Stratégie 2

<b>Temps</b>	<b>dose/acre</b>	<b>m3/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P2O5 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>pré-semis ou post-émergence hative</b>	<b>5700 gal</b>	<b>65</b>	<b>161</b>	<b>143</b>	<b>148</b>
<b>Total</b>			<b>161</b>	<b>143</b>	<b>148</b>

**Fumier de poulet. Cas 1**

<b>Culture précédente</b>	<b>Soya ou Céréale + engrais vert (argile)</b>
<b>Travail du sol proposé</b>	<b>Chisel</b>
<b>Besoin d'azote</b>	<b>entre 130 et 160 kg de N/ha</b>

<b>Temps</b>	<b>tonnes/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P2O5 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>Automne</b>	<b>10</b>	<b>68</b>	<b>102</b>	<b>148</b>
<b>post-émergence sarclé dans la journee même</b>	<b>10</b>	<b>89</b>	<b>164</b>	<b>163</b>
<b>Total</b>		<b>157</b>	<b>266</b>	<b>311</b>

**Fumier de poulet. Cas 2**

<b>Culture précédente</b>	<b>Soya (sable)</b>
<b>Travail du sol proposé</b>	<b>rien ou chisel léger</b>
<b>Besoin d'azote</b>	<b>entre 130 et 160 kg de N/ha</b>

<b>Temps</b>	<b>tonnes/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P2O5 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>pré-semis</b>	<b>18</b>	<b>163</b>	<b>278</b>	<b>277</b>
<b>Total</b>		<b>163</b>	<b>278</b>	<b>277</b>

**Fumier de vache. Cas 1**

<b>Culture précédente</b>	<b>prairie</b>
<b>Travail du sol proposé</b>	<b>Off-set</b>
<b>Entreposage</b>	<b>Solide + surnageant</b>
<b>Besoin d'azote</b>	<b>entre 100 et 150 kg de N/ha</b>

<b>Temps</b>	<b>dose/acre</b>	<b>dose/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P2O5 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>Automne</b>		<b>40 tonnes</b>	<b>77</b>	<b>56</b>	<b>200</b>
<b>pré-levée (surnageant)</b>	<b>3000 gal</b>	<b>35 m3/ha</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>130</b>
<b>Total</b>			<b>112</b>	<b>57</b>	<b>330</b>

**Lisier de vache. Cas 2**

<b>Culture précédente</b>	<b>prairie (Terre légère)</b>
<b>Travail du sol proposé</b>	<b>labour</b>
<b>Entreposage</b>	<b>liquide</b>
<b>Besoin d'azote</b>	<b>entre 100 et 150 kg de N/ha</b>

<b>Temps</b>	<b>dose/acre</b>	<b>dose/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P2O5 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>pré-semis</b>	<b>5500 gal</b>	<b>35 m3/ha</b>	<b>112</b>	<b>68</b>	<b>238</b>
<b>Total</b>			<b>112</b>	<b>68</b>	<b>238</b>

### Fumier de vache semi-liquide. Cas 3

<b>Culture précédente</b>	<b>prairie</b>
<b>Travail du sol proposé</b>	<b>Off-set</b>
<b>Entreposage</b>	<b>semi-liquide</b>
<b>Besoin d'azote</b>	<b>entre 100 et 150 kg de N/ha</b>

<b>Temps</b>	<b>dose/acre</b>	<b>dose/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>P2O5 kg/ha</b>	<b>K2O kg/ha</b>
<b>automne</b>	<b>4000 gal</b>	<b>45 m3/ha</b>	<b>54</b>	<b>31</b>	<b>157</b>
<b>post-émergence</b>	<b>3500 gal</b>	<b>40 m3/ha</b>	<b>62</b>	<b>44</b>	<b>154</b>
<b>Total</b>			<b>116</b>	<b>75</b>	<b>311</b>

### Conclusion

Pour réussir il faut un sol en ordre pour permettre aux racines d'aller chercher le maximum des éléments du sol. On peut les aider en buttant le maïs lors des sarclages afin que les racines bénéficient d'un sol aéré et qui absorbe bien l'eau lorsqu'il pleut. De plus on concentre les éléments apportés par le fumier près des plants.

En calculant l'azote suivant des méthodes qui ont fait leurs preuves, on minimise les risques de manquer d'azote en fin de saison.

Il faut se rappeler que combler les besoins en azote dans le maïs avec du fumier entraîne des excès de phosphore et de potassium. Mais en produisant en rotation sans engrais on peut faire des bilans de phosphore sur deux ou trois ans qui balancent bien et qui minimisent les risques pour l'environnement.