



Agriculture,
Fisheries and
Aquaculture

Agriculture,
Pêches et
Aquaculture

GUIDE DE FERTILISATION DES CULTURES

Préparé par la

Direction de l'aménagement des terres

- Mars 2001 -

AVANT-PROPOS

Le présent guide de fertilisation des cultures a pour objet d'aider les producteurs et les spécialistes des productions végétales à mieux comprendre, interpréter et utiliser le rapport d'analyse de sol produit par le laboratoire des sols du ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture. Cette première édition n'inclut cependant pas encore les nouvelles cultures comme le bleuet et la canneberge. Ce guide s'applique uniquement aux sols des champs et des jardins. Il ne s'applique pas aux sols des serres.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	2
TABLE DES MATIÈRES	3
I. METHODES D'ÉCHANTILLONNAGE DU SOL	4
Quand doit-on prélever un échantillon de sol?	4
Comment prélève-t-on un échantillon de sol?	4
L'échantillon composite	5
II. RÉSULTATS DE L'ANALYSE DU SOL	7
La matière organique du sol	7
La capacité d'échange cationique	8
Pourcentage de saturation en bases.....	9
Le pH du sol	10
La teneur du sol en éléments nutritifs	12
Les nitrates.....	12
La salinité du sol.....	13
L'aluminium	14
Le pH tampon du sol	14
III. RECOMMANDATIONS DE CHAUX ET DE FERTILISANTS	15
La chaux	15
Recommandations de fertilisants azotés, phosphatés et potassiques	16
Recommandations d'éléments secondaires et d'oligo-éléments	16
IV. PRINCIPES DE BASE DE LA FERTILISATION DES CULTURES	17
Approche par enrichissement et entretien des réserves.....	17
Approche par niveau suffisant de l'élément nutritif dans le sol	17
Approche par niveaux de saturation du sol en cations basiques	18
V. VALORISATION DES FERTILISANTS PRODUITS À LA FERME	19
Fumier animal.....	19
Légumineuses	19
REFERENCES	20
LISTE DES FIGURES	
FIG. 1. ÉCHANTILLONNAGE DU SOIL PAR ÉCHANTILLONS COMPOSITES	5
FIG. 2. SUBDIVISION DU CHAMP EN PORTIONS DE MÊMES CARACTÉRISTIQUES POUR FINS D'ÉCHANTILLONNAGE DU SOL.....	6
FIG. 3. DISTRIBUTION DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES SOLS	8
FIG. 4. DISTRIBUTION DE LA C.E.C. POUR LES SOLS DU NOUVEAU-BRUNSWICK.....	9
FIG. 5. DISPONIBILITÉ DES NUTRIMENTS EN FONCTION DU PH DU SOL	11
LISTE DES TABLEAUX	
TABLEAU 1. CAPACITÉ D'ÉCHANGE CATIONIQUE DES DIFFÉRENTS TYPES DE SOL.....	9
TABLEAU 2. GAMME OPTIMALE DE PH POUR LES CULTURES PRODUITES	11
TABLEAU 3. INTERPRÉTATION DES MESURES DE SALINITÉ DU SOL	13
ANNEXES. RECOMMANDATIONS DE FERTILISANTS	21
POMMES DE TERRE	22
ORGE, BLÉ DE PRINTEMPS, AVOINE, CÉRÉALES SOUS-ENSEMENCÉES ET SARAZIN ET BLÉ DE PRINTEMPS.....	24
BLÉ D'HIVER ET SEIGLE D'AUTOMNE.....	25
LUZERNE, TRÈFLES, MÉLANGES DE FOURRAGES AYANT PLUS DE 50 % DE LÉGUMINEUSES	26
PATURAGES, GRAMINÉES FOURRAGÈRES, FOINS ET ENSILAGES, RAY-GRASS, FLÉOLE, MÉLANGES FOURRAGERS DIVERS AYANT MOINS DE 50 % DE LÉGUMINEUSES	27
MAÏS ENSILAGE.....	28
MAÏS SUCRÉ	29
PRODUCTION LÉGUMIÈRE.....	30
FRAMBOISES	32
FRAISES	33
GAZONS	34

I. METHODES D'ÉCHANTILLONNAGE DU SOL

La valeur des renseignements fournis dans le rapport d'analyse du sol dépend de la qualité de l'échantillon de sol soumis au laboratoire pour fins d'analyse. Il importe donc, ici, de commencer par examiner les méthodes d'échantillonnage du sol. Des renseignements additionnels peuvent être obtenus dans la fiche technique sur l'échantillonnage du sol produite en 1994 par le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick.

Les résultats d'analyse du sol permettent de diagnostiquer un éventuel problème de fertilité dans le champ à partir des concentrations d'éléments nutritifs dosés dans le sol et de déterminer les quantités d'engrais et de chaux nécessaires à ajouter pour obtenir la croissance optimale de la culture envisagée.

Quand doit-on prélever un échantillon de sol?

On peut prélever des échantillons de sol à n'importe quelle période la saison de croissance des cultures, mais il est plus pratique de le faire à l'automne. En effet, en prenant les échantillons à l'automne, après la récolte, on obtient les résultats à temps pour planifier la prochaine saison culturale. Comme les propriétés chimiques du sol varient tout au long de la saison de croissance, il est recommandé de prélever les échantillons à la même période de l'année. On peut ainsi comparer les résultats dans le temps. Il est généralement recommandé de faire analyser le sol tous les trois ans, mais des analyses plus fréquentes peuvent être nécessaires dans les sols à texture grossière, dans les zones qui posent certains problèmes de production ou quand la plante cultivée est très exigeante en éléments nutritifs.

Comment prélève-t-on un échantillon de sol?

Il est très important que l'échantillon envoyé au laboratoire soit représentatif du champ d'où il provient afin que les résultats d'analyses reflètent vraiment la fertilité du champ. Il existe plusieurs méthodes d'échantillonner le sol d'un champ notamment la constitution d'échantillons composites et l'échantillonnage en grilles. Jusqu'ici, le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture recommande aux agriculteurs de procéder par

échantillons composites dans les endroits du champ qui ont des caractéristiques semblables. On prélève les échantillons individuels de sol à 15 cm de profondeur à différents points du champ, en le parcourant en zigzag, de manière à couvrir toute la superficie (Fig. 1).

L'échantillon composite

Les champs portant des cultures différentes doivent être échantillonnés séparément de même que les endroits du même champ qui possèdent des caractéristiques différentes (Fig. 2). Il faut éviter l'échantillonnage de petites superficies qui ne sont pas représentatives de la majorité du champ, à moins de prélever des échantillons distincts à ces endroits. Ainsi, on évite de faire des prélèvements dans les zones mal drainées, aux endroits dégradés par l'érosion, et là où se trouvaient empilés des tas de chaux ou de fumier.

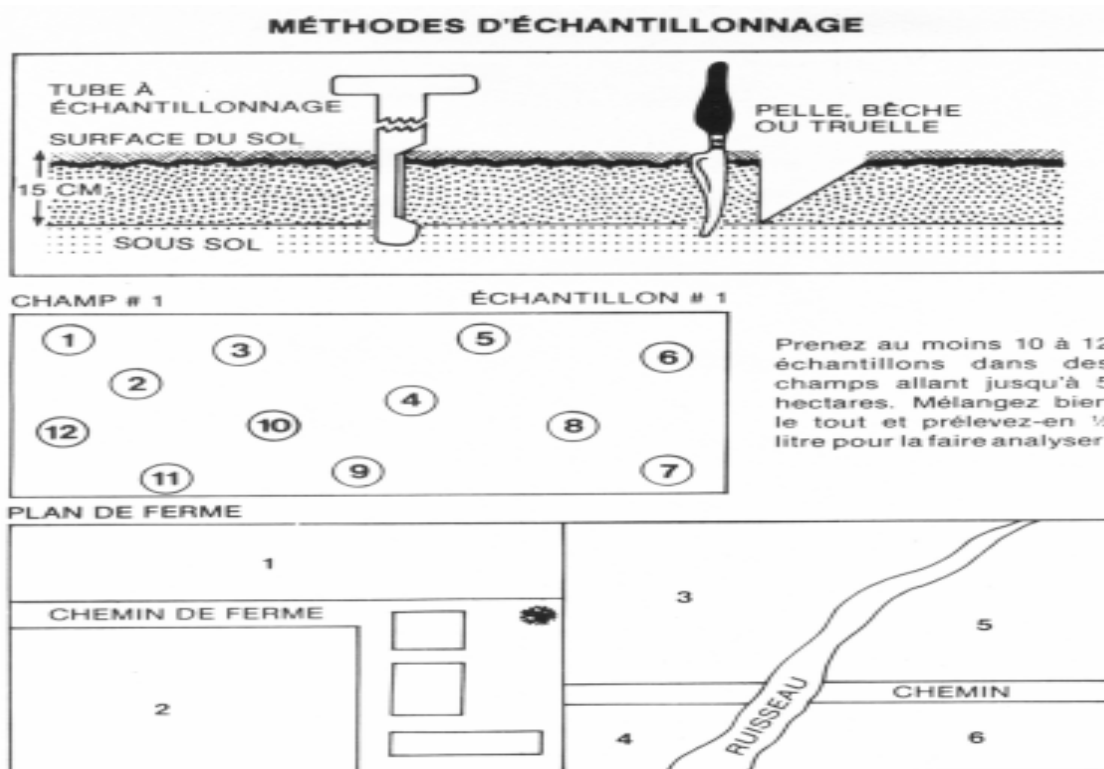
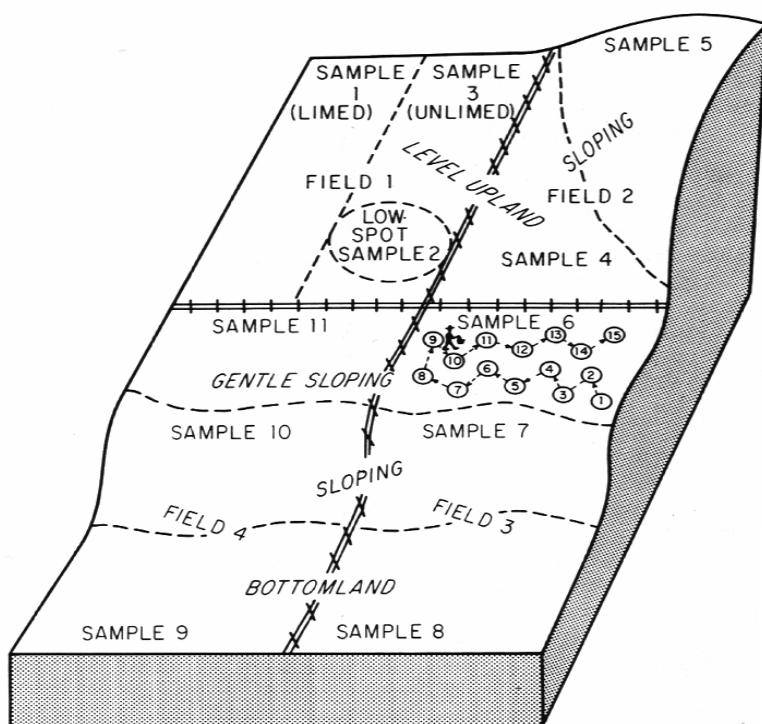


Fig. 1. Échantillonnage du sol par échantillons composites (vérifier la profondeur du sol)

Pour éviter la contamination de l'échantillon, un contenant en acier inoxydable (non galvanisé) ou en plastic doit être utilisé pour recueillir l'échantillon, surtout si son analyse en oligo-éléments est prévue. Le nombre de sous-échantillons nécessaires pour faire un échantillon composite dépend de la superficie à échantillonner.



Tiré de Tisdale *et al.*, 1985. Soil Fertility and Fertilizers. MacMillan Publishers. Londres. 4ème Edit. 754p.

Fig. 2. Subdivision du champ en portions de mêmes caractéristiques pour fins d'échantillonnage du sol

Il faut faire au moins 10 à 12 sous-échantillons pour un échantillon composite par 5 ha de champ (Fig. 1). Les champs de plus grande superficie doivent être préalablement subdivisés en portions de champs de 5 ha pour obtenir des échantillons composites représentatifs par portion de champ (Fig. 2). On peut aussi prélever un plus grand nombre de sous-échantillons de sol couvrant l'ensemble du champ. Mais, un échantillon composite ne devrait jamais représenter plus de dix hectares de champ. Les sous-échantillons de sol sont soigneusement mélangés et un échantillon composite est prélevé et envoyé au laboratoire.

Remplir le sac à échantillon remis à cet effet jusqu'à la ligne de remplissage pour que le laboratoire ait suffisamment de sol pour effectuer les analyses. Ne pas oublier de joindre à chaque échantillon les renseignements demandés : nom, adresse, numéro d'identification de l'agriculteur, numéro d'exemption de taxe d'agriculteur (s'il y a lieu), numéro de télécopieur (s'il y a lieu), étiquette d'identification du champ, culture envisagée, culture antérieure et date d'échantillonnage.

II. RÉSULTATS DE L'ANALYSE DU SOL

Des analyses de routine sont régulièrement effectuées au laboratoire d'analyse des sols. Ces analyses comprennent le pH du sol, la capacité d'échange cationique (C.E.C.), les teneurs en phosphore (P), en potassium (K), en calcium (Ca), en magnésium (Mg), en oligo-éléments ainsi que le pH tampon (acidité totale ou potentielle du sol). En plus, le rapport d'analyse établit les recommandations de fertilisants azotés (N), phosphatés (P_2O_5) et potassiques (K_2O) et calcule les pourcentages de saturation en bases. La teneur du sol en aluminium échangeable est également analysé mais le résultat n'est pas encore indiqué sur le rapport d'analyse. D'autres analyses peuvent être effectuées sur demande, notamment la teneur du sol en matière organique, la salinité du sol, la teneur en nitrates (NO_3-N) et l'analyse granulométrique.

La matière organique du sol

La matière organique du sol provient de la décomposition des débris végétaux, des cadavres d'animaux et de micro-organismes. Elle ne sert pas directement à déterminer les quantités recommandées d'engrais ou de chaux, mais elle est un indicateur général de la qualité du sol car elle exerce une grande influence sur ses propriétés chimiques et physiques. D'abord, la matière organique du sol contribue à la nutrition minérale des plantes en augmentant la capacité du sol à retenir l'eau et à fournir les éléments nutritifs utiles à la plante. Ensuite, elle fournit les sites d'échange des cations du sol et, par là, améliore la capacité d'échange cationique et le pouvoir tampon du sol. Enfin, la matière organique du sol agit comme liant des particules du sol entre eux en agrégats plus résistants à l'érosion et plus favorables à la circulation de l'air, à la rétention de l'eau et au drainage.

La matière organique du sol est exprimée en pourcentage (%). En général, le taux de matière organique varie de 1 à 5 % dans les sols minéraux. Sa distribution dans les sols agricoles du Nouveau-Brunswick est donnée à la Fig. 3. Les sols contenant plus de 30% de matière organique (en poids) sont classés comme sols organiques par le système canadien de classification des sols (1998).

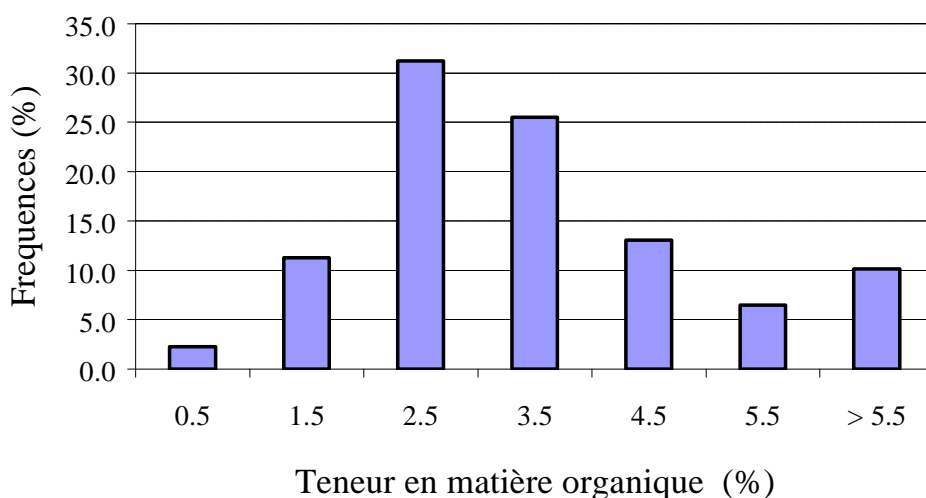


Fig. 3. Distribution du taux de matière organique dans les sols du Nouveau-Brunswick

Le laboratoire agricole peut effectuer, sur demande, une analyse de la matière organique du sol. L'analyse se fait par la méthode modifiée de Walkley et Black (1934).

La capacité d'échange cationique

La capacité d'échange cationique (C.E.C.) désigne la capacité du sol à retenir (sur ses sites d'échange) et à échanger les cations assimilables par les plantes. Le terme de cations échangeables englobe les éléments nutritifs chargés positivement (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ et Na^+) et l'acidité échangeable (Al^{3+} et H^+). Les cations sont retenus (adsorbés) à la surface des sites de sol chargés négativement lesquels sont essentiellement constitués par les particules d'argiles et de matière organique du sol.

La capacité d'échange cationique est un indicateur de la fertilité du sol; elle est exprimée en milliéquivalents par 100 g de sol (mEq/100g). La C.E.C. peut être mesurée au laboratoire des sols du ministère, mais la méthode d'analyse est coûteuse et longue. C'est pourquoi, le laboratoire agricole calcule, plutôt qu'il ne mesure, la C.E.C. au moyen de la formule suivante :

$$CEC (mEq/100 g) = Ca (ppm)/200 + Mg (ppm)/120 + K (ppm)/390 + [9*(7,5 - pH_{tampon})]$$

Tableau 1. Capacité d'échange cationique des différents types de sol

Catégorie de sol	Capacité d'échange cationique (meq/100g)				
	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée
Sols légers	< 4	de 4 à 6	de 6 à 8	de 8 à 10	> 10
Loams	< 10	de 10 à 15	de 15 à 20	de 20 à 25	> 25
Sols lourds	< 25	de 25 à 30	de 30 à 35	de 35 à 40	> 40
Sols organiques	< 50	de 50 à 100	de 100 à 150	de 150 à 200	> 200

Adapté de R. Doucet. 1992. La Science agricole. Climat, sols et productions végétales du Québec. Editions Berger. 699p.

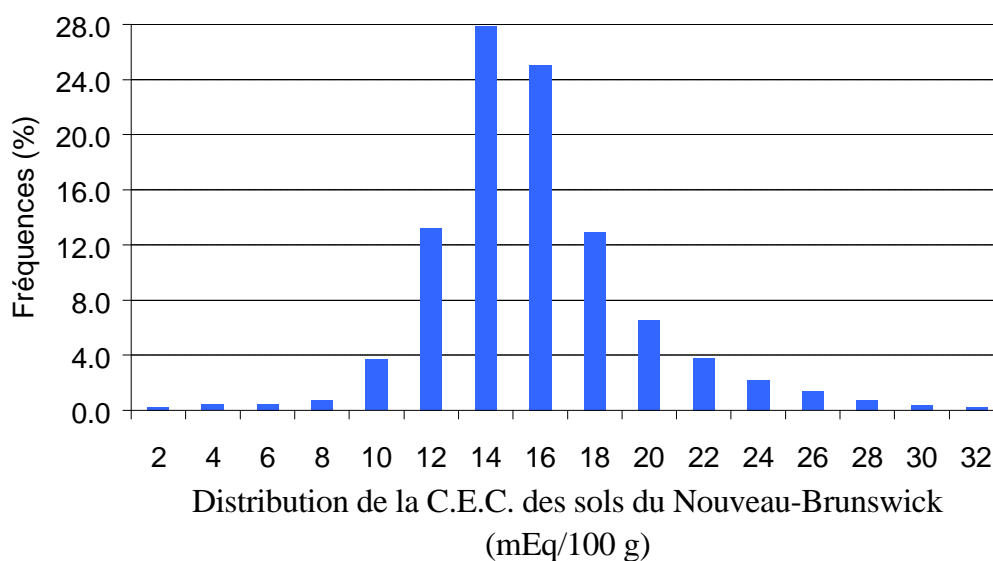


Fig. 4. Distribution de la C.E.C. pour les sols du Nouveau-Brunswick.

La C.E.C. peut varier de quelques milliéquivalents dans les sols légers à plus de 200 meq/100 g dans les sols organiques. La capacité d'échange dépend beaucoup de la texture du sol; une capacité d'échange variant de 10 à 15 meq/100 g est très élevée pour un sol léger mais très faible pour un sol argileux (Tableau 1). La Fig. 4 montre la distribution des valeurs de la C.E.C. telles qu'estimées pour les sols du Nouveau-Brunswick.

Pourcentage de saturation en bases

Le rapport d'analyse du sol indique le pourcentage de la C.E.C. occupée par chacun des cations basiques (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} et Na^+). Ce pourcentage individuel exprime le niveau de

saturation de la CEC en la base considérée. Le pourcentage total de la CEC occupé par toutes les bases est appelé pourcentage de saturation en bases. Le reste de la C.E.C. est occupé par les cations acides (ions H^+ , Al^{3+} , et Al-hydroxyl).

Les taux de saturation en bases sont utiles pour identifier les extrêmes dans les rapports entre les cations. Un niveau très élevé d'un des cations basiques (Ca^{2+} , Mg^{2+} ou K^+) peut réduire la disponibilité de l'un des autres pour les plantes. Par exemple, le K peut nuire à l'assimilation du Mg dans les sols très riches en K et très faibles en Mg. Ces interactions antagonistes entre nutriments sont cependant à craindre seulement en cas de carence prononcée de l'un ou l'autre des nutriments (OMAFRA, 1998).

Le pH du sol

Le pH du sol est une mesure de la concentration des ions d'hydrogène (H^+) dans la solution du sol. La concentration des ions d'hydrogène dans la solution du sol détermine le caractère acide, neutre ou alcalin (basique) du sol. Le pH se mesure sur une échelle logarithmique variant de 1 à 14. Ainsi, une solution est neutre lorsque le pH est égal à 7, acide lorsque le pH est inférieur à 7, et alcaline (basique) lorsque le pH est supérieur à 7. Le pH du sol est mesuré dans le ratio volume d'eau : sol de 1:1. Il est appelé *pH eau* du sol.

Le pH du sol joue un rôle important dans la disponibilité des nutriments pour les cultures. Il affecte beaucoup la solubilité des éléments du sol, y compris celle des éléments nutritifs assimilables par les plantes. La Fig. 5 présente la disponibilité des différents nutriments du sol en fonction du pH. Les nutriments sont davantage disponibles aux pH variant de 5,5 à 7. Toutefois, les cultures ont des besoins en nutriments et une tolérance variables aux conditions du sol associées à la variation du pH. Il importe donc de corriger le pH du sol et de l'amener à la valeur optimale de croissance de chaque culture (Tableau 2).

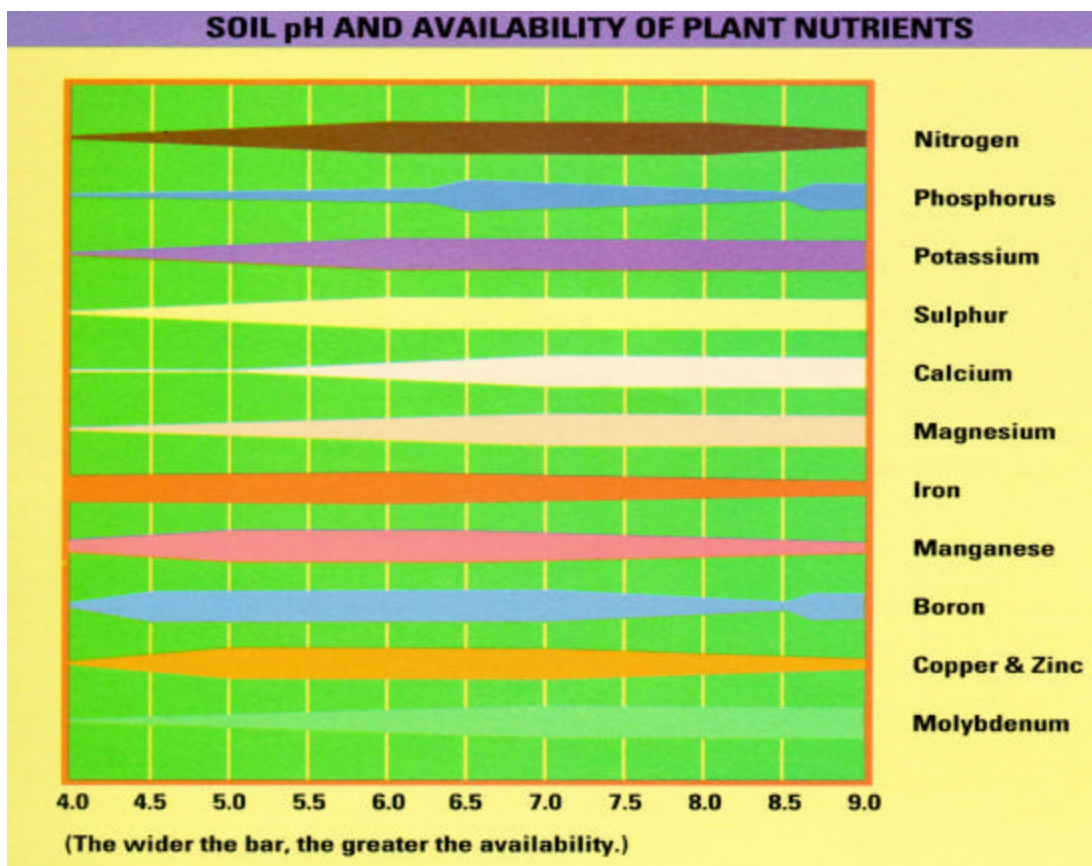


Fig. 5. Disponibilité des nutriments en fonction du pH du sol. (tiré de *Ontario's Best Management Practices Booklet for Nutrient Management*, 1994)

Tableau 2. Gamme optimale de pH pour les cultures produites au Nouveau-Brunswick

Culture	pH optimal	Culture	pH optimal	Culture	pH optimal
Fruits		Fourrages		Légumes, suite	
Bleuets	de 4,5 à 5,5	Graminées	de 6 à 6,4	Céleri	de 6,5 à 6,8
Fraises	de 5 à 6,5	Herbe à pâturer	de 6 à 6,5	Citrouilles	de 6 à 7
Pommes	de 5,5 à 6,5	Lupin	de 6 à 7	Concombres	de 6 à 6,8
		Luzerne	de 6,2 à 7	Crucifères	de 6 à 6,5
		Mais d'ensilage	de 6 à 6,5	Épinards	de 6,5 à 6,8
		Soya	de 6 à 7	Laitue	de 6 à 6,8
		Trèfle	de 6,2 à 7	Maïs sucré	de 6 à 6,8
				Navets	de 6 à 7
Céréales		Légumes		Oignons	de 6,5 à 6,8
Avoine	de 6 à 7	Asperges	de 6 à 6,8	Panais	de 6,5 à 7
Blé	de 6 à 7	Betteraves	de 6,2 à 6,8	Pois	de 6 à 6,5
Canola	de 6 à 7	Carottes	de 6 à 6,8	Pommes de terre	de 5,5 à 6
Orge	de 6 à 7	Haricots	de 6 à 6,8	Radis	7
Sarrazin	de 5,5 à 7	Légumes mélangés	de 6 à 6,5	Rhubarbe	6.0 – 6.8
				Tomates	de 6 à 6,5

Tiré des publications n° 100 et 1400, Agriculture, Canada atlantique).

La teneur du sol en éléments nutritifs

Le laboratoire des sols mesure la teneur du sol en éléments nutritifs dans des extraits de sol à la solution Mehlich III et les reporte en parties par million (ppm) sur le rapport d'analyse. Le résultat peut également être exprimée en milligrammes par kilogramme de sol (mg / kg). Les unités ppm et mg / kg sont équivalentes et peuvent s'utiliser indifféremment.

La méthode Mehlich III est communément utilisée par les laboratoires d'analyse des sols au Québec et au Canada atlantique. La solution Mehlich III est un extractif qui convient particulièrement bien aux sols de pH acides à neutre. Elle est utilisée pour le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le sodium (Na), le manganèse (Mn), le zinc (Zn) et le cuivre (Cu) et le bore (B).

Le phosphore (P) et le potassium (K) sont appelés des éléments majeurs ou macro-éléments parce que les plantes en requièrent de grandes quantités. Le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) sont considérés comme des éléments nutritifs secondaires. Le bore (B), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le soufre (S), le manganèse (Mn) et le fer (Fe) sont des éléments mineurs ou oligo-éléments, ainsi nommés parce que les plantes en requièrent de très petites quantités. Les teneurs de phosphore, de potassium, de calcium et de magnésium résultant de l'analyse du sol varient de très faible (L-) à très élevée (H+). Les teneurs en phosphore et en potassium servent respectivement à établir les recommandations d'engrais phosphatés (P_2O_5) et potassiques (K_2O). Ces recommandations sont données en Annexes pour la plupart des cultures du Nouveau-Brunswick.

Les nitrates

La teneur du sol en nitrates n'est pas utilisée actuellement pour établir les recommandations d'engrais azoté au Nouveau-Brunswick. Toutefois, des recherches sont en cours pour déterminer si les nitrates du sol pourraient servir à mieux définir les recommandations d'engrais azoté sur les cultures. Le laboratoire agricole du ministère effectue, seulement sur demande, l'analyse du sol en nitrates à des fins de recherche.

La salinité du sol

La salinité du sol mesure la concentration des sels solubles dans le sol. Les sols du Nouveau-Brunswick ont naturellement des concentrations faibles en sels solubles; toutefois, des concentrations plus élevées de sels solubles peuvent survenir à la suite d'applications excessives d'engrais et de fumiers ou comme conséquence du ruissellement découlant du sel appliqué sur les routes pendant l'hiver. La concentration élevée du sol en sels solubles peut empêcher la germination des semences et endommager les plantes établies. Elle nuit aussi à l'absorption de l'eau par les plantes. Les concentrations élevées de sodium (Na) détruisent la structure du sol et entravent sa porosité et son aération.

L'analyse de la salinité du sol est faite sur demande au laboratoire agricole. On estime la salinité en mesurant la conductivité électrique d'une pâte eau - sol de rapport 2 :1 (v :v). L'unité de mesure est le millisiemens / cm (mS / cm). La méthode d'analyse est extrêmement importante pour l'interprétation des résultats de mesure de la salinité du sol. Par exemple, la conductivité électrique déterminée dans un extrait de sol saturé diffèrera beaucoup de celle déterminée à partir d'un extrait pâteux de ratio eau :sol de 2 :1 (v :v). Ces deux valeurs ne sont pas comparables. Le tableau 3 présente des lignes directrices d'interprétation de la salinité des sols cultivés.

Tableau 3. Interprétation des mesures de la salinité du sol à partir d'une pâte de sol constituée d'un volume de sol pour deux volumes d'eau.

Salinité du sol (mS / cm)	Niveau	Réaction des plantes
de 0 à 0,25	Faible	Niveau convenable pour la plupart des plantes si les quantités recommandées d'engrais sont appliquées.
de 0,26 à 0,45	Moyen	Niveau toléré par la plupart des plantes si les quantités recommandées d'engrais sont utilisées.
de 0,46 à 0,70	Élevé	Niveau pouvant réduire la germination et causer des dommages légers à sévères aux plantes sensibles à la salinité.
de 0,71 à 1	Très élevé	Niveau de salinité pouvant inhiber la germination ou causer des dommages légers à sévères à la plupart des plantes.
> 1	Extrême	Niveau causant des dommages sévères à la plupart des plantes.

Source : *Ontario Field Crop Recommendations*, Publication 296.

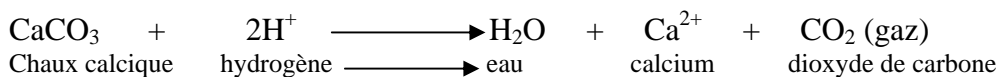
L'aluminium

L'aluminium a un impact important sur l'acidité totale du sol, et par conséquent, sur la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol, notamment celle du phosphore. Le ministère évalue actuellement l'opportunité d'utiliser le ratio phosphore (P) disponible : aluminium (Al) échangeable comme indicateur du niveau de saturation du sol en phosphore. Cette approche a été développée (Khiari *et al.*, 2000) et intégrée à la fertilisation phosphatée des cultures au Québec (Simard, 2001). La prise en compte du rapport (Mehlich III -P) / (Mehlich III - Al) dans les recommandations d'engrais phosphatés pourrait améliorer la gestion du phosphore dans les sols du Nouveau-Brunswick, particulièrement ceux exploités en pomme de terre ou recevant fumiers et lisiers des fermes d'élevage.

Le pH tampon du sol

L'acidité du sol se présente sous deux formes : l'acidité active et l'acidité de réserve. L'acidité active est mesurée par le pH (pH-eau) du sol. Le pH du sol est très important, car il caractérise le milieu dans lequel les racines se développent. L'acidité de réserve est la concentration des ions échangeables d'hydrogène (H^+) fixés sur les particules du sol. L'acidité de réserve est fonction de la nature et de la quantité des argiles qui composent le sol et de la teneur en matière organique de ce dernier. Plus le degré d'acidité de réserve est élevé, plus la quantité de chaux recommandée pour atteindre le pH désiré est grande. Au fur et à mesure que la chaux neutralise les ions d'hydrogène de la solution du sol, d'autres ions H^+ échangeables sont libérés (du complexe d'échange) dans la même solution du sol pour contrebalancer l'effet de la chaux ; c'est cela le pouvoir tampon du sol. La recommandation de chaux est ainsi destinée à neutraliser à la fois l'acidité active et l'acidité de réserve du sol. La quantité nécessaire de chaux à appliquer est déterminée à partir du pH tampon lequel est désigné dans le rapport d'analyse du sol sous le nom *d'indice du sol*. Le pH tampon du sol est mesuré en utilisant la solution tampon SMP (Shoemaker, McLean et Pratt, 1962).

Au Nouveau-Brunswick, les amendements calcaires les plus communément utilisés sont à base de roches calcaire ($CaCO_3$) ou dolomitique $Ca.Mg(CO_3)_2$. Les ions carbonates (CO_3^-) présents dans le calcaire neutralisent les ions d'hydrogène de la solution du sol en donnant de l'eau et du dioxyde de carbone d'après la réaction suivante :



Le calcium et le magnésium jouent eux-mêmes un rôle important dans l'ajustement du pH du sol. En effet, au fur et à mesure que les ions hydrogène quittent les sites d'échange pour remplacer les ions hydrogène (H^+) neutralisés par les carbonates dans la solution du sol, ils sont remplacés sur ces sites par les ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}). De plus, le calcium et le magnésium sont des éléments qui contribuent à la nutrition minérale des plantes. La chaux apporte le calcium aux cultures alors que la dolomie leur apporte à la fois le calcium et le magnésium. Les deux types d'amendements calcaires améliorent la structure du sol et l'absorption des engrais par les cultures

III. RECOMMANDATIONS DE CHAUX ET DE FERTILISANTS

La chaux

Le rapport d'analyse du sol indique les besoins en chaux pour trois pH cibles : 5,5, 6,0 et 6,5. La quantité de chaux requise est déterminée en fonction de la culture dominante prévue. Par exemple, si la culture dominante est la pomme de terre mais que la chaux doit être appliquée sur une culture d'orge produite en rotation, le pH cible doit être 5,5 ou 6,0 pour correspondre au pH optimum de la pomme de terre (voir Tableau 2).

L'application de chaux a pour but d'élever le pH eau des premiers 15 cm de profondeur du sol au pH optimal de croissance de la culture, soit par incorporation soit par épandage à la volée. L'épandage à la volée en surface convient pour les cultures pérennes comme les fourrages déjà établis, les gazons et les fraises. Dans ces cas, il est recommandé de fractionner la chaux lorsque l'apport dépasse 4000 kg/ha, pour éviter les brûlures. Les amendements calcaires mettent six mois ou plus (en cas d'application en surface, par exemple) pour réagir et amener le pH du sol au pH désiré. Il est conseillé d'appliquer la chaux à l'automne et de répéter l'apport une fois par trois ou quatre ans (selon l'analyse de sol).

Les besoins en chaux sont exprimés en kilogrammes par hectare (kg/ha). Pour convertir en tonnes par hectare (t/ha), il faut simplement diviser la quantité recommandée par 1000. Pour connaître le nombre de livres à l'acre (lb/a), on multiplie cette quantité par 0,893.

Recommandations de fertilisants azotés, phosphatés et potassiques

Les apports nécessaires d'engrais sont exprimés en kg/ha d'azote (N), de phosphate (P_2O_5) ou de potasse (K_2O). Le rapport d'analyse donne les unités fertilisantes (en %) de chacun de ces éléments par 100 kg de l'engrais ou du mélange d'engrais de même que le taux d'application recommandé (en kg/ha).

Par exemple, la formule 5 - 10 - 15 indique que l'engrais recommandé renferme 5 % de N, 10 % de P_2O_5 et 15 % de K_2O ; et la formule 34 - 0 - 0 indique que le produit renferme 34 % de N, mais pas de P_2O_5 ni de K_2O .

Pour convertir en lb/a les quantités d'engrais recommandées en kg/ha, multiplier le taux recommandé par 0,893.

Recommandations d'éléments secondaires et d'oligo-éléments

Lorsque les concentrations de magnésium (Mg) et de calcium dans le sol sont très faibles et que le chaulage est recommandé, les suppléments en Mg et Ca sont apportés par l'application de chaux dolomitique. Si seul le niveau de magnésium est insuffisant, ajouter 1 à 2 % Mg à l'engrais. Si seul le niveau de calcium est très faible, appliquer la chaux calcitique ; si la chaux n'est pas recommandée, appliquer le gypse. Des applications de bore 0.2 à 3.0% sont souvent recommandées sur des cultures comme la pomme de terre et la luzerne. Pour les autres micronutriments, contacter le spécialiste du développement agricole de votre région.

IV. PRINCIPES DE BASE DE LA FERTILISATION DES CULTURES

Des approches variées ont été développées pour établir les recommandations de fertilisants. Elles comprennent notamment, par rapport à un élément donné, les approches de fertilisation par *enrichissement et entretien*, par *maintien du niveau suffisant* et par *pourcentage de saturation en bases* (Black, 1992).

Approche par enrichissement et entretien des réserves

Le concept d'enrichissement et d'entretien des réserves du sol préconise l'application des taux de P et de K suffisamment élevés pour porter les teneurs de ces éléments dans le sol à un « seuil optimal théorique » pendant une période relativement courte, variant de un à deux ans. Ce concept est généralement connu sous le terme de *fertilisation du sol*. Une fois que le sol a atteint le seuil optimal théorique, les applications annuelles d'engrais sont calculées en fonction des quantités d'éléments prélevées par la culture. Cette notion est souvent désignée sous le vocable *d'exportations par la récolte*.

Cette méthode ne tient compte ni des pertes de nutriments du sol par d'autres voies que l'exportation par les récoltes, ni le coût des engrais nécessaires pour porter un nutriment donné à son niveau optimal dans le sol à très court terme.

Approche par niveau suffisant de l'élément nutritif dans le sol

Le concept de maintien des réserves à un niveau suffisant ou concept *de la disponibilité du nutriment à un niveau suffisant* dans le sol est semblable à celui *de l'enrichissement et entretien des réserves du sol*. La vitesse d'accumulation des nutriments est cependant plus lente. Le niveau suffisant de disponibilité des nutriments pour l'objectif économique ou de rendement définis est présumé atteint à chaque culture. Une version modifiée de ce concept est utilisée au laboratoire du ministère de l'Agriculture pour formuler des recommandations d'engrais phosphatés (P_2O_5) et potassiques (K_2O) sur plusieurs cultures du Nouveau-Brunswick. Les recommandations de fertilisants azotés (N) sont actuellement faites indépendamment de l'analyse du sol, étant donné que les réserves du sol en azote minéral sont supposées négligeables.

Les résultats des tests du sol en P et de K sont classés de très faible à très élevée (Annexe 1) en fonction des probabilités associées d'obtenir une réponse de rendement de la culture au fertilisant appliqué. Aux faibles teneurs de P et K dans le sol, les taux de fertilisants recommandés fournissent plus d'unités fertilisantes au sol que la culture ne peut en exporter. Des teneurs résiduelles abandonnées ainsi dans le sol enrichissent celui-ci en ces nutriments. Lorsque le résultat de l'analyse de sol indique des valeurs moyennes de P et K disponibles dans le sol, la quantité de fertilisants recommandée devrait équivaloir à peu près celle exportée par la culture. En sols riches à très riches en P et K, des applications faibles à nulles de ces deux nutriments sont recommandées. Cependant, au Nouveau-Brunswick, des applications assez importantes de phosphate (P_2O_5) et de potasse (K_2O) sont toujours recommandées sur beaucoup de cultures croissant en sols riches. Ceci est particulièrement le cas pour la pomme de terre dont certaines variétés répondent encore très bien à l'engrais phosphaté en sols très riches en phosphore. Le concept de niveau suffisant de nutriments disponibles est également appelé *fertilisation de la culture*.

Approche par niveaux de saturation du sol en cations basiques

Cette méthode propose les proportions idéales pour les cations majeurs échangeables dans le sol (Ca, Mg et K). Les échelles proposées sont de 65 à 75 % de Ca^{2+} , d'environ 10 % de Mg^{2+} et de 2,5 à 5 % de K^+ . Ces échelles résultent des études réalisées dans les années 1940 et 1950 lorsque les sols encore infertiles et acides étaient chaulés et fertilisés pour produire de la luzerne. Or, le fait, par exemple, que la luzerne poussait bien au ratio Ca :Mg :K :H de 65% :10% :5% :20% ne signifie pas que ce ratio soit forcément idéal pour assurer une bonne récolte de luzerne dans des conditions différentes de celles de ces études. Très peu d'études scientifiques appuient l'existence d'un ratio cible idéal Ca:Mg:K alors que beaucoup d'autres études la réfutent. D'après ces dernières, le ratio n'aurait d'effet sur le rendement que dans les cas où les écarts entre cations sont extrêmes et que la carence d'un élément découlerait de l'excès des autres (Westerman, 1990). Dans ces cas, il est plus utile d'assurer un niveau suffisant de chaque nutriment dans le sol plutôt que d'essayer d'amener le sol à un ratio idéal de saturation en bases qui n'existe pas.

V. VALORISATION DES FERTILISANTS PRODUITS À LA FERME

Fumier animal

Le fumier est une excellente source d'azote, de phosphore, de potassium, d'oligo-éléments et de matière organique. L'utilisation du fumier produit par les animaux de la ferme réduit les quantités requises d'engrais chimiques. Malheureusement, la valeur fertilisante des fumiers est souvent sousestimée. Cela est dû en partie au fait que la disponibilité des nutriments dans le fumier est difficile à établir et beaucoup influencée par les pratiques de gestion à la ferme.

Le plan de gestion des nutriments évalue les éléments disponibles dans le fumier en tenant compte des pratiques de gestion à la ferme et réduit en conséquence la quantité requise d'engrais chimiques. Les apports de nutriments de toutes origines (minérale et organique) sont ajustés de manière à optimiser le rendement de la culture et la qualité de la récolte et à minimiser l'impact sur l'environnement.

Le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick et le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario ont collaboré à la création du logiciel NMAN2000 lequel constitue actuellement l'outil de gestion des nutriments pour le Nouveau-Brunswick. Ce logiciel effectue les calculs nécessaires pour évaluer les éléments nutritifs disponibles du fumier pour les cultures compte tenu des pratiques de gestion. Il permet aussi d'évaluer le risque potentiels de ces pratiques sur la qualité de l'eau.

Légumineuses

Les céréales sont souvent contre-ensemencées avec du trèfle rouge. Le trèfle rouge renferme environ 40 kg d'azote /ha pour chaque tonne par hectare de biomasse aérienne. Il peut donc fournir une importante quantité d'azote à la culture suivante. La quantité d'azote disponible dépend du volume de la culture, de la période de défanage de la légumineuse et de son incorporation dans le sol. Actuellement, la recommandation est de réduire le taux d'azote de 25 kg /ha lorsque la culture précédente était du trèfle rouge.

REFERENCES

- Atlantic Provinces : The Adv. Com. Cereals, Protein, Corn and Forage Crops. 1991. Field Crop Guide. Public. 100, Agdex 100.32. 55p.
- Atlantic Provinces : The Adv. Com. Soil Fertility. 1986. Crop Micronutrients in Atlantic Canada. Public. 537, Agdex 531.
- Atlantic Provinces : The Adv. Com. Vegetable Crops. Vegetable Crops Production Guide. Public. 1400, Agdex 250. 117p.
- Black C.A. 1992. Soil Fertility Evaluation and Control. Lewis Publ. 746p.
- Doucet R. 1992. La Science Agricole. Climats, sols et productions végétales du Québec. Edit. Berger 699p.
- Khiari L., L.E. Parent, A. Pellerin, A.R.A. Alimi, C. Tremblay, R.R. Simard, and J. Fortin. 2000. An agri-environmental phosphorus saturation index for acid coarse-textured soils. J. Environ. Qual. 29: 1561-1567.
- New Brunswick Department of Agriculture, Fisheries and Aquaculture. 1994. Soil Sampling Facsheet.
- OMAFRA. 1994. Ontario's Best Management Practices Booklet.
- OMAFRA. 1996. Ontario's Field Crop Recommendations. Public. 296.
- OMAFRA. 1998. Soil Fertility Handbook. Public. 611.
- Shoemaker H.E., E.O. McLean and P.F. Pratt. 1961. Buffer methods for determining the lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. Soil Sci. Soc. Am. J. 25 : 274-277.
- Simard R. R. 2001. Gestion du phosphore dans la culture de pommes de terre : Conseils agronomiques utiles. Résumés. Congrès de la pomme de terre du Nouveau-Brunswick. 7 – 8 Février 2001. Perth-Andover New Brunswick.
- Tisdale S.L., Nelson W. L. and Beaton J.D. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th Edit. Macmillan Publ.
- Walkley A. and Black I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37 : 29-38.
- Westerman R.L. 1990. Edit. Soil Testing and Plant Analysis. Third Edit. Soil Sci. Soc. Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA. 784p.

ANNEXES

RECOMMANDATIONS DE FERTILISANTS EN COURS SUR LES CULTURES AU NOUVEAU-BRUNSWICK

POMMES DE TERRE¹

AZOTE

Variété - utilisation	Taux (kg/ha)	Variété - utilisation	Taux (kg/ha)
Pomme de terre (en général)	135	Russet Burbank – transf.	185
Chieftain – semence	145	Russet Burbank– semence	165
Chieftain – table	145	Russet Norkota – semence	170
Green Mountain	145	Russet Norkota – table	195
Katahdin – semence	145	Sebago	145
Katahdin – table	145	Shepody – transformation	150
Kennebec – semence	145	Shepody – semence	135
Krantz – transformation	165	Snowden – transformation	200
Krantz – semence	165	Snowden – semence	168
Krantz – table	165	Snowden – table	200
Norland – semence	135	Superior – transformation	135
Norland – table	135	Superior – semence	135
Netted Gem	170	Superior – transformation	135
Red Pontiac	145	Yukon Gold	145

Lorsque l'utilisation finale de la culture n'est pas indiquée sur l'échantillon de sol, la recommandation générale de réduire la dose d'azote de 10 à 20 kg /ha pour des pommes de terre de semence est toujours formulée.

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur du sol en P (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ /ha)	
			Groupe I ⁽¹⁾	Groupe II
L-	Très faible	< 10	280	335
L	Faible	11 - 19	280	335
M	Moyen	20 - 39	220	270
M+	Moyennement élevé	40 - 58	160	210
H	Élevé	59 - 78	110	140
H+	Très élevé	> 78	97	114

Le groupe I comprend toutes les variétés indiquées pour l'azote sauf les variétés Netted Gem et Russet Burbank qui appartiennent au groupe II.

¹ Pour certaines des variétés de pomme de terre produites au Nouveau-Brunswick

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O /ha)	
			Groupe I	Groupe II
L-	Très faible	< 18	280	335
L	Faible	19 - 37	280	335
M	Moyen	38 - 74	220	270
M+	Moyennement élevé	75 - 112	160	210
H	Élevé	113 - 148	110	140
H+	Très élevé	> 148	60	90

Le groupe I comprend toutes les variétés indiquées pour l'azote sauf les variétés Netted Gem et Russet Burbank qui appartiennent au groupe II.

Applications d'éléments secondaires et d'oligo-éléments sur la pomme de terre

Les résultats de l'analyse du sol peuvent indiquer la nécessité d'applications complémentaires de Ca et de Mg. La chaux est une excellente source de Ca et de Mg lorsque son application est recommandée. Dans le cas contraire, le gypse (CaSO₄) pour Ca et un engrais magnésien pour Mg sont recommandés pour rehausser les niveaux respectifs de ces deux éléments dans le sol.

Par ailleurs, le bore (B) est souvent recommandé pour les pommes de terre, particulièrement dans les sols sableux. Toutefois, une recherche effectuée récemment à l'Île-du-Prince-Édouard montre que les applications de bore (B) n'ont eu aucun effet sur le rendement lorsque des carences en bore n'avaient pas été détectées. Il faut être prudent lorsqu'on utilise un engrais boraté, car la marge est très mince entre les états de carence et de toxicité du bore.

**ORGE, BLÉ DE PRINTEMPS, AVOINE, CÉRÉALES
SOUS-ENSEMENCÉES ET SARAZIN**

AZOTE

Orge (kg N / ha)	Blé de printemps (kg N / ha)	Avoine (kg N / ha)	Céréale sous- ensemencée (kg N / ha)	Sarazin (kg N / ha)
60 (60 – 80)	60 (60 – 90)	45	48 (45 - 60)	25

Pour avoir des taux élevés de protéines dans le blé de meunerie, l'azote doit être disponible durant toute la saison de croissance du blé. Aussi, il est recommandé de fractionner le fertilisant azoté en appliquant 60 kg /ha à la plantation et 30 kg /ha aux stades 30 à 45 de croissance à l'échelle Zadoks. Une attention particulière doit être attirée sur les risques de verse pouvant découler des doses excessives d'azote. Les doses d'azote recommandées devraient tenir compte du cultivar, de l'azote résiduel laissé par la culture précédente, de l'incorporation d'engrais verts et /ou de l'application du fumier de ferme. Contacter le spécialiste local du développement des terres pour plus de précisions.

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur en P (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ /ha)				
			Orge	Blé de printemps	Avoine	Céréale sous- ensemencées	Sarazin
L-	Très faible	< 10	100	100	68	120	32
L	Faible	11 - 19	100	100	46	100	32
M	Moyen	20 - 39	60	60	32	68	16
M+	Moyennement élevé	40 - 58	25	25	15	50	8
H	Élevé	59 - 78	20	20	0	30	8
H+	Très élevé	> 78	20	20	0	30	8

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O /ha)				
			Orge	Blé de printemps	Avoine	Céréales avec sous-semis	Sarazin
L-	Très faible	< 18	100	100	90	150	32
L	Faible	19 - 37	100	100	90	150	32
M	Moyen	38 - 74	80	80	68	100	24
M+	Moyennement élevé	75 - 112	60	60	50	68	16
H	Élevé	113 - 148	60	60	20	50	16
H+	Très élevé	> 148	60	60	0	50	16

BLÉ D'HIVER ET SEIGLE D'AUTOMNE

AZOTE (kg/ha)

Blé d'hiver			Seigle d'automne		
Automne	Printemps	Stades 30 à 45 de Zadoks	Automne	Printemps	Stade 30 à 45 de Zadoks
22	37	37	22	37	37

Eviter des taux excessifs d'azote à cause des risques de verse qu'ils pourraient représenter. Ajuster donc les doses d'azote en fonction du type de cultivar, de l'azote résiduel issu de la culture précédente, de l'incorporation d'engrais vert et / ou de l'application de fumier de ferme. Contacter le spécialiste local du développement des terres pour plus de précisions.

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur en P du sol (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ /ha)	
			Blé d'hiver	Seigle d'automne
L-	Très faible	< 10	100	100
L	Faible	11 - 19	100	100
M	Moyen	20 - 39	60	60
M+	Moyennement élevé	40 - 58	25	25
H	Élevé	59 - 78	20	20
H+	Très élevé	> 78	20	20

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O /ha)	
			Blé d'hiver	Seigle d'automne
L-	Très faible	< 18	100	100
L	Faible	19 - 37	100	100
M	Moyen	38 - 74	80	80
M+	Moyennement élevé	75 - 112	60	60
H	Élevé	113 - 148	60	60
H+	Très élevé	> 148	60	60

LUZERNE, TRÈFLES, MÉLANGES DE FOURRAGES AYANT PLUS DE 50 % DE LÉGUMINEUSES

AZOTE 28 kg/ha au semis et au printemps de l'année de production.

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur en P du sol (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ / ha)	
			Au semis	Au printemps en année de production
L-	Très faible	< 10	120	120
L	Faible	11 - 19	100	100
M	Moyen	20 - 39	68	68
M+	Moyennement élevé	40 - 58	50	50
H	Élevé	59 - 78	30	30
H+	Très élevé	> 78	30	30

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O / ha)	
			Au semis	Au printemps en année de production
L-	Très faible	< 18	150	150
L	Faible	19 - 37	150	150
M	Moyen	38 - 74	100	100
M+	Moyennement élevé	75 - 112	68	68
H	Élevé	113 - 148	50	50
H+	Très élevé	> 148	50	50

Il est recommandé d'appliquer au semis tous les nutriments et la chaux nécessaires lorsque l'incorporation est encore possible. Lorsque le fumier est épandu, les taux d'engrais chimiques recommandés doivent être réduits d'autant d'unités fertilisantes qu'en apporte le fumier. Contactez le spécialiste du développement des terres de votre région pour des renseignements sur la gestion de l'utilisation des éléments nutritifs du fumier.

Applications d'éléments secondaires et d'oligo-éléments

Le bore (B) est très important pour la luzerne, mais son apport n'est pas toujours nécessaire. Les sols sableux de pH élevés en sont plus souvent carencés. Un complément de bore de 0,6 à 3,0 kg /ha au semis est recommandé pour corriger une éventuelle carence. Des apports additionnels de bore peuvent être requis au cours des années de production subséquentes.

**PATURAGES, GRAMINÉES FOURRAGÈRES, FOINS ET ENSILAGES,
RAY-GRASS, FLÉOLE, MÉLANGES FOURRAGERS DIVERS
AYANT MOINS DE 50 % DE LÉGUMINEUSES**

AZOTE : 48 kg/ha au semis et au printemps de l'année de production.

Si plusieurs coupes sont prévues dans la saison de production, il est recommandé d'appliquer, après chaque coupe, une dose additionnelle de nitrate d'ammonium (34-0-0) de 110 à 140 kg/ha pour obtenir un rendement optimal de fourrage.

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur en P du sol (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ /ha)	
			Au semis	Au printemps de l'année de production
L-	Très faible	< 10	90	90
L	Faible	11 - 19	68	68
M	Moyen	20 - 39	48	48
M+	Moyennement élevé	40 - 58	16	16
H	Élevé	59 - 78	0	0
H+	Très élevé	> 78	0	0

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O /ha)	
			Au semis	Au printemps de l'année de production
L-	Très faible	< 18	90	90
L	Faible	19 - 37	68	68
M	Moyen	38 - 74	48	48
M+	Moyennement élevé	75 - 112	0	0
H	Élevé	113 - 148	0	0
H+	Très élevé	> 148	0	0

Il est recommandé que tous les nutriments et la chaux nécessaires soient appliqués au semis lorsque l'incorporation est encore possible. Les quantités d'engrais recommandées doivent être réduites lorsque du fumier est épandu. Contactez le spécialiste du développement des terres de votre région pour obtenir des renseignements sur la gestion et l'utilisation des éléments nutritifs du fumier.

MAÏS ENSILAGE

AZOTE: 140 kg/ha

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur du sol en P (ppm)	Recommandations (kg P₂O₅ /ha)
L-	Très faible	< 10	100
L	Faible	11 - 19	80
M	Moyen	20 - 39	60
M+	Moyennement élevé	40 - 58	50
H	Élevé	59 - 78	40
H+	Très élevé	> 78	30

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K₂O/ha)
L-	Très faible	< 18	175
L	Faible	19 - 37	150
M	Moyen	38 - 74	100
M+	Moyennement élevé	75 - 112	75
H	Élevé	113 - 148	50
H+	Très élevé	> 148	30

Il est recommandé d'appliquer à la volée et d'incorporer dans le sol, avant le semis, les 2/3 du taux recommandé d'azote, de phosphate (P₂O₅) et de potasse (K₂O). Le reste des fertilisants (1/3) doit être appliqué en bandes au moment du semis. Les quantités d'engrais recommandées doivent être réduites considérablement lorsque le fumier est épandu. Contactez le spécialiste du développement des terres de votre région pour obtenir des renseignements sur la gestion et l'utilisation des éléments nutritifs du fumier.

MAÏS SUCRÉ

AZOTE: 130 kg/ha.

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur du sol en P (ppm)	Recommandations (kg P₂O₅/ha)
L-	Très faible	< 10	400
L	Faible	11 - 19	250
M	Moyen	20 - 39	250
M+	Moyennement élevé	40 - 58	130
H	Élevé	59 - 78	130
H+	Très élevé	> 78	70

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K₂O /ha)
L-	Très faible	< 18	400
L	Faible	19 - 37	250
M	Moyen	38 - 74	250
M+	Moyennement élevé	75 - 112	130
H	Élevé	113 - 148	130
H+	Très élevé	> 148	70

Il est recommandé d'appliquer à la volée et d'incorporer dans le sol, avant le semis, les 2/3 des doses d'azote, de phosphate (P₂O₅) et de potasse (K₂O) requis. Le reste des fertilisants doit être appliqué en bandes au moment du semis. Les apports en N, P et K provenant de l'application éventuelle de fumiers doivent être déduits des taux de fertilisants minéraux à appliquer. Contactez le spécialiste du développement des terres de votre région pour obtenir des renseignements sur la gestion et l'utilisation des éléments nutritifs du fumier.

PRODUCTION LÉGUMIÈRE

AZOTE (kg/ha)

Brocoli	Choux de Bruxelles	Choux	Choux-fleurs	Crucifères	Légumes mixtes
150	150	150	150	150	120

Si la production mixte de légumes variés inclut pois, fèves, betteraves ou navets, il faut réduire la dose d'azote de moitié. Si elle inclut les pommes de terre, il faut augmenter de 50% la dose d'azote recommandée.

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur du sol en P (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ /ha)					
			Brocoli	Choux Bruxelles	Choux	Choux-fleurs	Crucifères	Légumes mixtes
L-	Très faible	< 10	225	225	225	225	225	360
L	Faible	11 - 19	225	225	225	225	225	240
M	Moyen	20 - 39	160	160	160	160	160	120
M+	Moyennement élevé	40 - 58	90	90	90	90	90	120
H	Élevé	59 - 78	90	90	90	90	90	120
H+	Très élevé	> 78	90	90	90	90	90	60

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O /ha)					
			Brocoli	Choux de Bruxelles	Choux	Choux-fleurs	Crucifères	Légumes mélangés
L-	Très faible	< 18	225	225	225	225	225	360
L	Faible	19 - 37	225	225	225	225	225	240
M	Moyen	38 - 74	160	160	160	160	160	120
M+	Moyennement élevé	75 - 112	90	90	90	90	90	120
H	Élevé	113 - 148	90	90	90	90	90	120
H+	Très élevé	> 148	90	90	90	90	90	60

Applications d'éléments secondaires ou d'oligo-éléments

Lorsqu'on cultive des légumes mélangés, dont du brocoli, des choux, des navets, des choux de Bruxelles, des choux-fleurs et des betteraves, il faut appliquer 28 mg de bore par 100 mètres carrés. Pour les crucifères, le brocoli, le chou-fleur, les choux et les choux de Bruxelles, il faut ajouter 0,2 % de bore à l'engrais aux quantités recommandées d'engrais dans le rapport d'analyse du sol. Si vous faites des applications fractionnées, appliquer 2/3 de la quantité recommandée à la plantation et 1/3 à la deuxième application. Si le pH du sol est supérieur à 5,5 pour les légumes mixtes, la chaux n'est pas recommandée pour la partie du champ réservée à la pomme de terre.

FRAMBOISES

AZOTE

Champs nouveaux	Champs établis
50 kg /ha à la plantation	70 kg /ha au printemps

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur du sol en P (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ /ha)	
			Champs nouveaux	Champs établis
L-	Très faible	0 - 40	270	140
L	Faible	41 - 60	215	110
M	Moyen	61 - 80	185	95
M+	Moyennement élevé	81 - 120	150	75
H	Élevé	121 - 160	110	50
H+	Très élevé	> 160	55	20

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O/ ha)	
			Champs nouveaux	Champs établis
L-	Très faible	0 - 80	270	95
L	Faible	81 - 120	205	80
M	Moyen	121 - 160	170	65
M+	Moyennement élevé	161 - 200	140	55
H	Élevé	201 - 240	85	40
H+	Très élevé	> 240	50	30

FRAISES

AZOTE

Champs nouveaux	Champs établis
35 kg/ha avant la plantation	50 kg/ha immédiatement après la récolte
50 kg/ha de 4 à 6 semaines après la plantation	
50 kg/ha à la mi-août	

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur du sol en P (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ /ha)	
			Champs nouveaux	Champs établis
L-	Très faible	0 - 20	275	100
L	Faible	21 - 40	215	100
M	Moyen	41 - 60	140	75
M+	Moyennement élevé	61 - 80	110	50
H	Élevé	81 - 120	75	50
H+	Très élevé	> 120	45	50

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O /ha)	
			Champs nouveaux	Champs établis
L-	Très faible	0 - 40	135	100
L	Faible	41 - 80	90	100
M	Moyen	81 - 120	70	75
M+	Moyennement élevé	121 - 160	60	50
H	Élevé	161 - 200	50	50
H+	Très élevé	> 200	40	50

Applications d'éléments secondaires et d'oligo-éléments

Une carence en bore (B) a été signalée dans certaines fraisières du Canada atlantique (). L'analyse de tissus est recommandée pour tester une éventuelle carence en bore. Lorsque les sols ont une teneur faible en bore, un kilogramme d'engrais boraté par hectare peut être appliqué à la plantation.

GAZONS

AZOTE

Pelouses	Allées engazonnées, terrains de sport, gazons de pépinière
100-150 kg /ha	150 kg /ha

PHOSPHORE

Cote	Niveau de P dans le sol	Teneur du sol en P (ppm)	Recommandations (kg P ₂ O ₅ /ha)
			Pelouses, allées engazonnées, terrains de sport, gazons de pépinière
L-	Très faible	< 10	280
L	Faible	11 - 19	210
M	Moyen	20 - 39	145
M+	Moyennement élevé	40 - 58	100
H	Élevé	59 - 78	45
H+	Très élevé	> 78	0

POTASSIUM

Cote	Niveau de K dans le sol	Teneur du sol en K (ppm)	Recommandations (kg K ₂ O /ha)
			Pelouses, allées engazonnées, terrains de sport, gazons de pépinière
L-	Très faible	< 18	180
L	Faible	19 - 37	135
M	Moyen	38 - 74	90
M+	Moyennemen t élevé	75 - 112	60
H	Élevé	113 - 148	45
H+	Très élevé	> 148	0

Pour le nouveau gazon, les engrais phosphatés et potassiques sont incorporés au printemps ou à l'automne avant que la culture ne soit établie. L'apport d'azote doit être fractionné en plusieurs applications, une au semis et le reste tout au long de la saison de végétation selon que de besoin. Pour l'entretien du gazon, il faut établir les doses et la fréquence d'applications selon le type de gazon, la nature du sol et l'intensité des soins appliqués. Un engrais azoté à relâchement lent est recommandé.