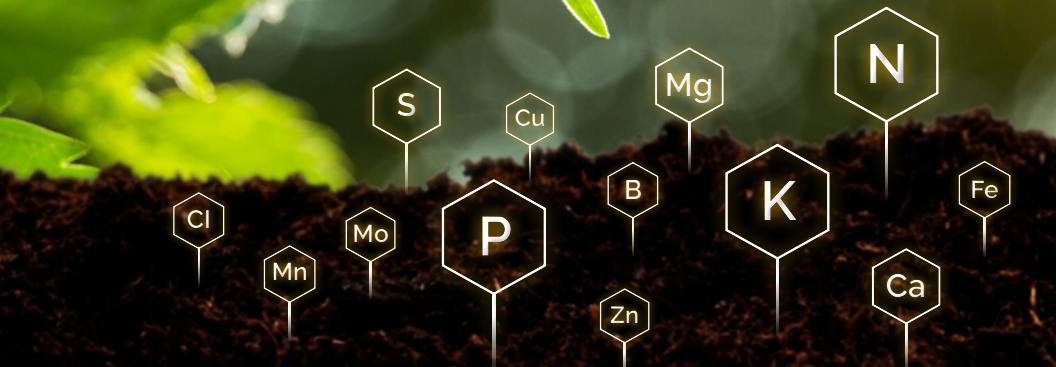


Carences en
éléments nutritifs

Guide d'identification

pour le chanvre



**Publié par le ministère de l'Agriculture,
de l'Alimentation et des Affaires rurales**

© Imprimeur du Roi pour l'Ontario, 2023
Toronto (Ontario)

ISBN 978-1-4868-7132-2 (Print)

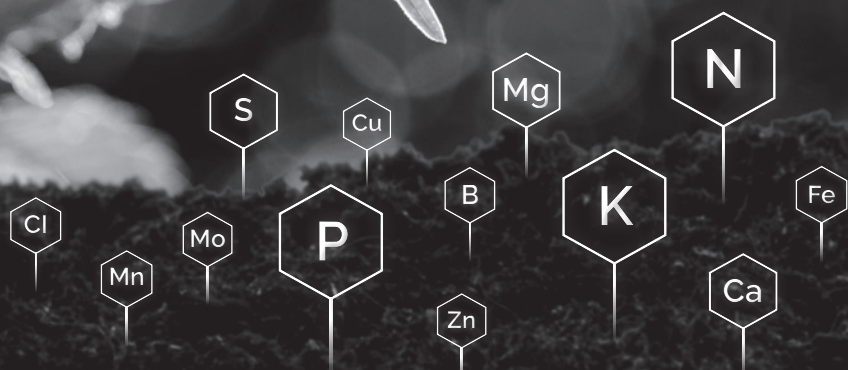
ISBN 978-1-4868-7133-9 (PDF)

This document is also available in English.

Carences en
éléments nutritifs

Guide d'identification

pour le chanvre



Carences en éléments nutritifs

Guide d'identification pour le chanvre

Éditeur

Jim Todd, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation
et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO)

Conception graphique/Direction artistique

Andrea Vieira (MAAARO)

Remerciements

L'auteur souhaite remercier Rachel Riddle, de l'Université de Guelph, pour son assistance technique, l'équipe d'A & L Laboratories pour ses contributions en nature à l'analyse des éléments nutritifs et l'Alliance pour l'innovation agroalimentaire en Ontario pour le financement de ce projet dans le cadre du volet Application et transfert des connaissances (subvention n° UG-KTTM-2020-100738).

*Pour obtenir des renseignements techniques ou commerciaux,
prière de communiquer avec le Centre d'information agricole
en appelant au **1 877 424-1300**
ou en écrivant à ag.info.omafra@ontario.ca.*

Table des matières

Introduction	3
Azote (N)	6
Phosphore (P)	8
Potassium (K)	10
Calcium (Ca)	12
Magnésium (Mg)	14
Soufre (S)	16
Bore (B)	18
Chlore (Cl ⁻)	20
Cuivre (Cu)	22
Fer (Fe)	24
Manganèse (Mn)	26
Molybdène (Mo)	28
Zinc (Zn)	30
Glossaire	32
Citations	34

Tableau 1. Forme et mobilité des éléments nutritifs et des oligo-éléments dans le sol et les plantes.

Éléments nutritifs	Mobilité dans le sol	Formes bio-disponibles dans le sol	Mobilité dans les plantes
Éléments nutritifs primaires			
Azote	moyenne	ion ammonium (NH_4^+)	élevée
Azote	élevée	ion nitrate (NO_3^-)	élevée
Phosphore	faible	ion phosphate (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-})	élevée
Potassium	faible–moyenne	ion potassium (K^+)	élevée
Éléments nutritifs secondaires			
Calcium	faible	ion calcium (Ca_2^+)	faible
Magnésium	faible	ion magnésium (Mg^{2+})	élevée
Soufre	moyenne	ion sulfate (SO_4^{2-})	faible–moyenne
Oligo-éléments			
Bore	élevée	acid borique ($\text{B}(\text{OH})_3^0$, borate ion (H_2BO_3^-)	faible–moyenne
Chlore	élevée	ion chlorure (Cl^-)	élevée
Cuivre	faible	ion cuprique (Cu_2^+)	faible
Fer	faible	ion ferreux (Fe^{2+}), ion ferrique (Fe^{3+})	faible
Manganèse	faible	ion manganèse (Mn^{2+})	faible
Molybdène	faible–moyenne	ion molybdate (MoO_4^{2-})	moyenne–élevée
Zinc	faible	ion zinc (Zn^{2+}), hydroxyde de zinc $\text{Zn}(\text{OH})_2^0$	faible

Source : MAAARO, publication 611F, *Manuel sur la fertilité du sol*, tableau 3-3.



Introduction

Les hausses de production de chanvre et de cannabis en Ontario ont suscité de nombreuses demandes de renseignements de la part des producteurs sur les liens entre les symptômes foliaires et les diverses carences en éléments nutritifs. Les ressources dont on dispose pour l'identification visuelle des symptômes de carences en éléments nutritifs dans le chanvre sont limitées. Celles actuellement consultées comportent généralement d'anciennes photos de mauvaise qualité qui ne couvrent pas la série entière d'éléments nutritifs ou le développement progressif des symptômes de carences observés sur le terrain.

La capacité d'identifier rapidement et précisément les carences en éléments nutritifs permet aux producteurs d'utiliser plus efficacement ces éléments et d'améliorer la santé des cultures et le rendement global des produits commercialisables. Le présent guide illustré a été conçu à l'intention des agriculteurs désireux de mieux identifier les symptômes foliaires causés par des carences en éléments nutritifs dans les plantes de *Cannabis sativa*.

Les plantes femelles de chanvre industriel (la variété Finola) ont été cultivées dans des conditions de serre normalisées. Un éclairage supplémentaire a été fourni pour s'assurer que les plantes ne passent pas en mode reproductif. Des solutions individuelles, chacune dépourvue de l'un des 13 macro-éléments ou oligo-éments (tableau 1), et un traitement nutritif complet basé sur la solution de Hoagland corrigée à un pH de 6,5 ont été appliqués aux plantes pendant toute la durée du projet. Un pH de 6,5 a été choisi parce que tous les éléments nutritifs sont disponibles à ce pH (figure 1). Des photos des symptômes de carences ont été prises à plusieurs stades pour chaque élément nutritif. De plus, la figure 2 illustre les types de symptômes qui se produisent avec les carences en éléments nutritifs.

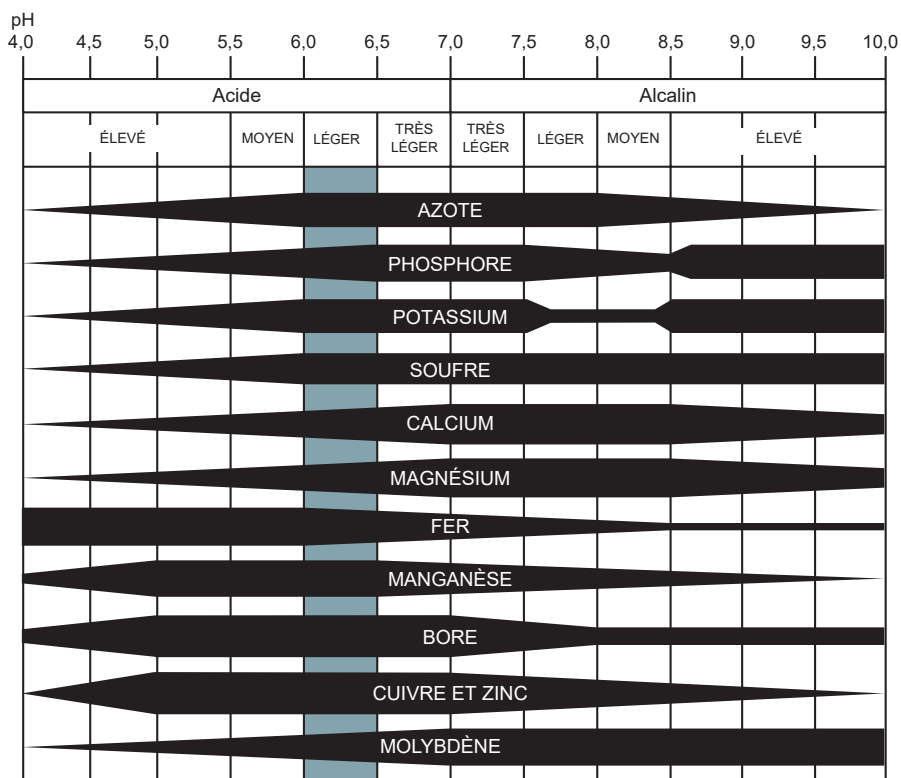


Figure 1. Effet du pH sur la disponibilité racinaire des éléments essentiels dans le sol – le bleu indique le pH idéal du sol pour la majorité des plantes (légèrement acide).
Source : Wikimedia Commons^[1]

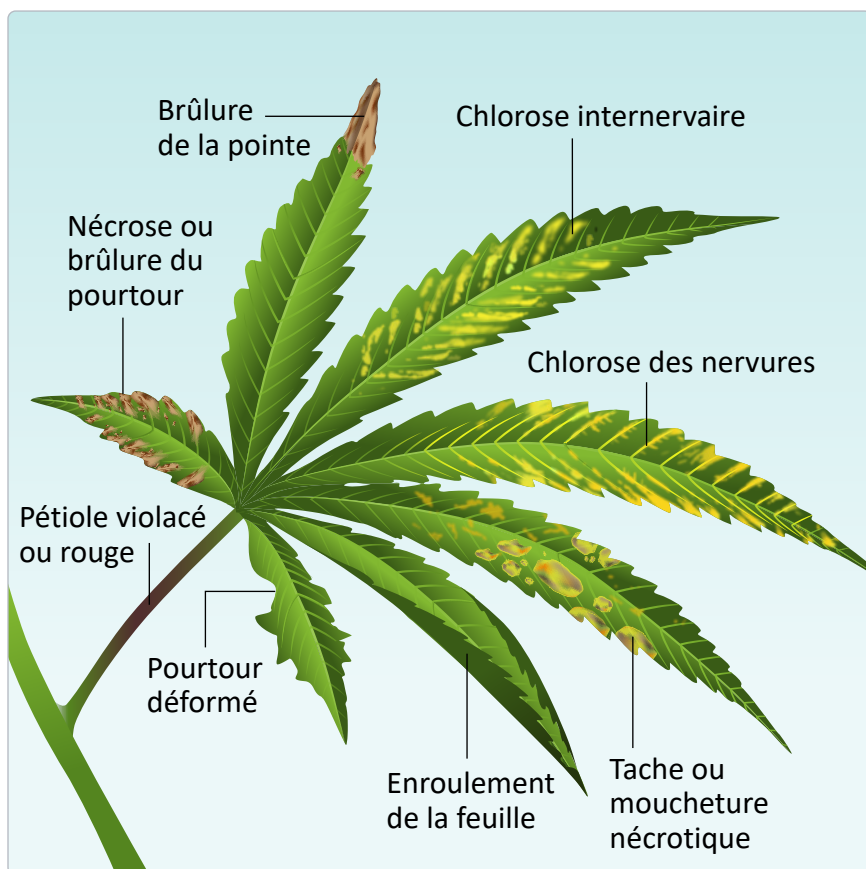


Figure 2. Illustration des symptômes typiques qui apparaissent sur une feuille lorsqu'une plante présente des carences en éléments nutritifs.

Azote (N)

Élément nutritif primaire

Rôle

L'azote est présent dans bon nombre de structures et processus végétaux. Comparativement à d'autres éléments nutritifs, il est nécessaire en grandes quantités. L'azote est un constituant principal des acides aminés, qui forment les protéines à l'intérieur de la plante. Les protéines enzymatiques sont importantes dans plusieurs processus végétaux, en particulier ceux qui influent sur la croissance et le rendement. La teneur en protéines la plus forte se trouve habituellement dans la partie de la plante qu'on récolte, de sorte que c'est souvent un facteur important dans la valeur nutritive d'une culture. L'azote joue un rôle important dans la production de la chlorophylle, qui donne aux végétaux leur couleur verte. La chlorophylle est responsable de la conversion de la lumière du soleil en énergie dont la plante a besoin grâce au processus de la photosynthèse.

Mobilité

L'azote est un élément mobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue dans des conditions fortement acides ou alcalines.

Symptômes d'une carence

Les plantes souffrant d'une carence en azote sont généralement de couleur vert pâle à jaune, les symptômes apparaissant d'abord sur les feuilles plus âgées qui peuvent présenter une teinte rouge ou pourpre, en particulier sur les nervures et les pétioles des plantes dicotylédones. Les plantes peuvent présenter une vigueur réduite.



Figure 3. Progression du jaunissement des feuilles (jeunes à vieilles), attribuable à une carence en azote (de gauche à droite).



Figure 4. Plante présentant des feuilles matures plus vieilles dans la moitié inférieure, qui sont jaunes en raison d'une carence en azote.

Phosphore (P)

Élément nutritif primaire

Rôle

Comme l'azote, le phosphore est important pour les végétaux, car il intervient dans de nombreux processus métaboliques, entre autres la photosynthèse et la respiration, le stockage et le transfert d'énergie (adénosine triphosphate ou ATP), le métabolisme des protéines et des glucides, ainsi que la division et l'augmentation cellulaires. Il fait également partie intégrante de la structure de l'ADN et est une importante composante des membranes cellulaires. L'effet de la biodisponibilité et de la réserve de phosphore sur ces structures et processus végétaux se reflète dans certains aspects de la croissance des cultures. S'il y a limitation phosphorique, la plante s'adapte en réaffectant davantage de ressources vers la production de racines et moins vers la croissance de la partie aérienne.

Mobilité

Le phosphore est un élément mobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité commence à diminuer avec un pH inférieur à 6.

Symptômes d'une carence

Des plantes ayant une teinte violacée peuvent souffrir d'une carence en phosphore, bien que ce symptôme ne soit pas fiable. La production d'anthocyanine, qui est à l'origine de cette coloration, est une réaction type à un facteur de stress. De nombreux autres facteurs peuvent provoquer cette coloration. Tels sont les symptômes courants d'une carence en phosphore : plantes à croissance lente avec des feuilles de couleur vert foncé au début de la carence des feuilles plus vieilles, retard de la maturité de la plante et folioles petites et fileuses. Les feuilles plus vieilles passent généralement du vert foncé à une teinte bronze, avec une nécrose internervaire et du pourtour des feuilles (brunissement). On peut également observer une diminution du nombre et de la taille des bourgeons ou des fleurs.



Figure 5. Progression des symptômes d'une carence en phosphore des feuilles les plus jeunes (à gauche) aux plus vieilles (à droite).



Figure 7. Les feuilles de couleur vert foncé sont un symptôme courant d'une carence en phosphore.



Figure 6. Une carence extrême en phosphore se traduira par des plantes rabougries et peu vigoureuses.



Figure 8. Coloration violacée des tiges et des pétioles des plantes induite par une carence en phosphore.

Potassium (K)

Élément nutritif primaire

Rôle

Le potassium favorise la formation de composants structurels comme la lignine et la cellulose, qui jouent un rôle de premier plan dans la vigueur des tiges et la résistance à la verse. Il influence le prélèvement du dioxyde de carbone, la photosynthèse et la régulation de l'ouverture des stomates de la feuille, le prélèvement d'eau par les racines, la teneur en amidon et en glucose ainsi que l'intégrité cellulaire, en plus de favoriser la résistance aux maladies et aux insectes.

Mobilité

Le potassium est un élément mobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue avec un pH inférieur à 6 et est réduite avec un pH entre 7,6 et 8,4.

Symptômes d'une carence

Puisque le potassium est mobile dans la plante, les symptômes de carence apparaissent généralement d'abord sur les feuilles plus anciennes, souvent sous forme de chlorose (jaunissement) ou de nécrose du pourtour des feuilles (brûlure marginale). Les feuilles plus vieilles se recroquevillent souvent vers le bas. Une carence en potassium peut également entraîner un raccourcissement des entre-nœuds.



Figure 9. Développement de la chlorose et de la nécrose du pourtour des feuilles, des plus jeunes feuilles (à gauche) aux plus vieilles (à droite), en raison d'une carence en potassium.



Figure 10. Grappes de feuilles présentant des symptômes de chlorose ou de nécrose du pourtour des feuilles en raison d'une carence en potassium.

Calcium (Ca)

Élément nutritif secondaire

Rôle

Le calcium est important pour la stabilisation de la paroi cellulaire et intervient dans le métabolisme et la formation du noyau cellulaire.

Mobilité

Le calcium est un élément immobile dans la plante. Les prélèvements de calcium sont réduits par l'azote ammoniacal et les excès de potassium, de magnésium, de manganèse et d'aluminium.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue avec un pH inférieur à 6,5.

Symptômes d'une carence

Les plantes présentent une croissance lente et une taille réduite, ce qui entraîne un arrêt de l'allongement des points végétatifs et, finalement, la mort de ceux-ci. Les feuilles deviennent généralement vert pâle au début de la carence en calcium. Les feuilles, en particulier les nouvelles pousses, évoluent avec des taches internervaires jaunes à brunes, outre une nécrose. Les feuilles peuvent également s'enrouler.



Figure 11. Les jeunes feuilles développent des taches jaune-brun (nécrotiques) et des bordures de feuilles recroquevillées en raison d'une carence en calcium.



Figure 12. Les feuilles peuvent prendre des formes inhabituelles en cas de carence prolongée en calcium.



Figure 13. Les taches nécrotiques jaune-brun s'étendront en cas de carence prolongée en calcium.

Magnésium (Mg)

Élément nutritif secondaire

Rôle

Le magnésium est nécessaire à la synthèse de la chlorophylle pour la photosynthèse. Il facilite le déplacement des phosphates. C'est un composant des enzymes contribuant à la respiration des plantes et à la synthèse de l'ADN et de l'ARN.

Mobilité

Le magnésium se déplace facilement dans la plante.

Incidence du pH

Il est biodisponible de manière optimale avec un pH entre 6,5 et 8,5.

Symptômes d'une carence

Le magnésium étant un élément mobile, les feuilles âgées sont les premières à présenter des signes de carence. Il s'agit généralement d'une chlorose ou d'un rougissement internervaire, suivis d'une nécrose du pourtour des feuilles, d'un enroulement des feuilles et de l'apparition de taches nécrotiques. Les symptômes d'une carence en magnésium peuvent sembler similaires à ceux des carences en potassium et en manganèse. Cependant, ils se manifestent généralement d'abord sur les jeunes feuilles, alors qu'ils apparaissent sur les feuilles plus vieilles en premier dans le cas du magnésium et du phosphore.



Figure 14. Développement précoce des symptômes d'une carence en magnésium – les premiers signes de dommages sont observés sur les feuilles les plus vieilles. Les tissus internervaires commencent à présenter une chlorose. La carence en magnésium peut être présente depuis plusieurs semaines avant que les symptômes ne soient visibles.



Figure 16. Développement tardif des symptômes d'une carence en magnésium – la progression de la chlorose précoce à la mort cellulaire à mesure que les feuilles vieillissent est illustrée ici. L'enroulement des feuilles est une caractéristique commune de la carence en magnésium. Les dégâts se situent principalement sur les feuilles les plus vieilles, à la base de la plante.



Figure 15. Développement intermédiaire des symptômes d'une carence en magnésium – la dégradation des cellules dans les tissus chlorotiques progresse jusqu'à la nécrose des tissus, ce qui entraîne l'apparition de taches (tissus bruns et nécrosés).



Figure 17. Développement tardif des symptômes d'une carence en magnésium, avec des feuilles inférieures nécrosées et recroquevillées.

Soufre (S)

Élément nutritif secondaire

Rôle

Le soufre est un constituant de deux des 21 acides aminés qui forment les protéines. Il facilite le développement des enzymes et des vitamines, participe à la fixation de l'azote dans les légumineuses, aide à la production des semences et est nécessaire à la formation de la chlorophylle.

Mobilité

Le soufre est un élément immobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue avec un pH inférieur à 6,0.

Symptômes d'une carence

Les plantes souffrant d'une carence en soufre sont habituellement de couleur vert pâle et peuvent présenter une teinte rouge ou pourpre similaire aux symptômes de la carence en azote. Les feuilles plus jeunes peuvent être plus chlorotiques que les plus vieilles, car le soufre est immobile dans la plante. Les tiges peuvent devenir ligneuses avec des entre-nœuds courts.



Figure 18. Jeunes feuilles présentant une chlorose en réaction à une carence en soufre.



Figure 19. Une carence en soufre peut également entraîner une augmentation de la rugosité des tiges.



Figure 20. Plantes présentant une chlorose des feuilles supérieures (image de gauche) et une pâleur générale des nouvelles pousses (image de droite) attribuables à une carence en soufre.



Figure 21. Progression de la chlorose de modérée (à gauche) à grave (à droite) en raison d'une carence en soufre.

Bore (B)

Oligo-élément

Rôle

Le bore joue un rôle important dans l'intégrité structurelle des parois cellulaires, la nouaison et le développement des graines, ainsi que dans le métabolisme des glucides et des protéines.

Mobilité

Le bore est un élément immobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue avec un pH supérieur à 7,5.

Symptômes d'une carence

Les symptômes apparaissent d'abord sur les tissus plus jeunes, souvent sous la forme de feuilles déformées (enroulées) qui deviennent plus épaisses en vieillissant. Une chlorose internervaire, suivie d'une nécrose, est évidente. En général, la croissance végétative sera faible. Les points végétatifs dépérissent alors, et les bourgeons ou les fleurs peuvent se déformer, voire mourir.



Figure 22. Les symptômes d'une carence en bore, visibles sur les jeunes feuilles, comprennent une chlorose internervaire, une distorsion et un épaississement.



Figure 23. La distorsion des jeunes feuilles est un symptôme courant d'une carence en bore.

Chlore (Cl⁻)

Oligo-élément

Rôle

Le chlore présent dans les plantes joue un rôle important dans la régulation stomatique et la circulation de l'eau. Il participe également à la photosynthèse.

Mobilité

Le chlore est facilement soluble et très mobile dans la plante.

Incidence du pH

Le pH n'a pas d'incidence sur la mobilité.

Symptômes d'une carence

Les plantes présenteront une croissance réduite. Le flétrissement ou la mollesse des points végétatifs et des jeunes feuilles sont typiques des premiers symptômes d'une carence en chlore, suivis par le développement de taches chlorotiques et nécrotiques. Un enroulement peut aussi être visible dans les feuilles les plus jeunes. Le bronzage des feuilles se produit après une carence prolongée.



Figure 24. Progression des taches chlorotiques jaunes (image supérieure à gauche) vers des taches nécrotiques brunes (images à droite et inférieure) en raison d'une carence en chlore.



Figure 25. Le bronzage de la surface des feuilles se produit en cas de carence prolongée en chlore.

Cuivre (Cu)

Oligo-élément

Rôle

Le cuivre intervient dans la production de chlorophylle et le bon fonctionnement des enzymes.

Mobilité

Le cuivre est un élément immobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue avec un pH supérieur à 8,0.

Symptômes d'une carence

Les feuilles, en particulier les nouvelles pousses, prennent une couleur vert foncé bleuâtre et montrent des signes de flétrissement. Avec le temps, les feuilles deviennent chlorotiques et peuvent commencer à gondoler.



Figure 26. Progression de la chlorose vers la nécrose (de gauche à droite) dans des feuilles jeunes à vieilles en raison d'une carence en cuivre.



Figure 27. Les feuilles de couleur vert bleuâtre qui commencent à gondoler sont symptomatiques des premiers stades d'une carence en cuivre.



Figure 28. Avec le temps, les feuilles tomberont en réaction à un manque de cuivre.

Fer (Fe)

Oligo-élément

Rôle

Le fer remplit un certain nombre de fonctions chez les végétaux. Il agit comme catalyseur dans la formation de la chlorophylle, en plus d'être nécessaire à la respiration des plantes et de participer à la formation de certaines protéines.

Mobilité

Le fer est un élément immobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue avec un pH supérieur à 7,5.

Symptômes d'une carence

Les premiers signes de dommages attribuables à une carence en fer sont observés sur les jeunes feuilles affichant une chlorose internervaire ou des rayures sur toute leur longueur. La chlorose internervaire évolue progressivement du vert clair au jaune clair ou au blanc, pour finalement prendre l'aspect de taches (tissus bruns et nécrosés). Les feuilles restent vivantes malgré la carence, ne mourant qu'après une privation prolongée de fer. Dans les cas les plus graves, la croissance des plantes est freinée.



Figure 29. Une carence en fer se traduit par une chlorose internervaire des jeunes feuilles à partir de leur base.



Figure 30. Développement de taches nécrotiques à mesure que la chlorose progresse en réaction à une carence en fer



Figure 31. Les symptômes d'une carence en fer apparaissent sur les feuilles de la moitié supérieure de la plante.



Figure 32. Une carence en fer prolongée entraîne une nécrose sévère conduisant à la mort des feuilles.

Manganèse (Mn)

Oligo-élément

Rôle

De nombreux systèmes enzymatiques ont besoin de manganèse pour fonctionner correctement, y compris ceux qui participent à la distribution des régulateurs de croissance dans la plante. Le manganèse intervient dans la photosynthèse et la production de chlorophylle.

Mobilité

Le manganèse est un élément immobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue avec un pH supérieur à 7,5.

Symptômes d'une carence

Les premiers signes de dommages sont observés sur les feuilles les plus jeunes. Le pourtour et les nervures peuvent paraître d'un vert plus foncé que le reste de la feuille. Le jaunissement internervaire se développe progressivement vers l'apparition de mouchetures nécrotiques ou de plaques de tissus morts. Les symptômes d'une carence en manganèse peuvent sembler similaires à ceux des carences en potassium et en magnésium. Cependant, ils se manifestent généralement d'abord sur les jeunes feuilles, alors qu'ils apparaissent sur les feuilles plus vieilles en premier dans le cas du magnésium et du phosphore.



Figure 33. Développement progressif des symptômes d'une carence en manganèse – la feuille la plus jeune dans le coin supérieur gauche présente un pourtour d'un vert plus foncé. Le jaunissement internervaire se développe à mesure que la feuille vieillit (images à droite et inférieure).



Figure 34. Développement progressif des symptômes d'une carence en manganèse de la feuille la plus jeune (à gauche) à la feuille la plus âgée (à droite).

Molybdène (Mo)

Oligo-élément

Rôle

Le molybdène joue un rôle important dans le métabolisme de l'azote, car il est un composant essentiel de la nitrate réductase, l'enzyme qui convertit le nitrate (NH_3^-) en ammonium (NH_4^+). Il joue également un rôle dans la viabilité du pollen et la production de semences.

Mobilité

Le molybdène est un élément mobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité augmente avec un pH supérieur à 7,0.

Symptômes d'une carence

Une carence en molybdène influe sur le métabolisme de l'azote, de sorte que les symptômes d'une carence en molybdène peuvent être similaires à ceux d'une carence en azote, notamment le jaunissement, le rabougrissement de la plante, la brûlure du pourtour ainsi que l'enroulement et le bombement des feuilles. On appelle communément l'enroulement ou la déformation des jeunes feuilles « tige en fouet » chez nombre d'espèces végétales. Les symptômes d'une carence se manifestent d'abord sur les feuilles plus vieilles, puis sur les plus jeunes et celles en expansion. À la fois les plus jeunes et les plus vieilles feuilles peuvent développer des taches chlorotiques qui finissent par se perforer, mais laissent le reste du tissu foliaire vert pendant une période prolongée.



Figure 35. Développement du jaunissement de la jeune feuille (en haut) aux feuilles plus âgées (au centre et en bas) en raison d'une carence en molybdène



Figure 36. Feuille présentant un enroulement attribuable à une carence en molybdène.



Figure 37. Feuilles présentant un enroulement et un bombement attribuables à une carence en molybdène.

Zinc (Zn)

Oligo-élément

Rôle

Le zinc est important au début de la croissance de la plante ainsi que lors de la formation de grains et de semences. Il intervient dans la production de la chlorophylle et des glucides.

Mobilité

Le zinc est un élément immobile dans la plante.

Incidence du pH

La biodisponibilité diminue avec un pH supérieur à 8,0.

Symptômes d'une carence

La chlorose internervaire est évidente dans les tissus les plus jeunes. Elle peut apparaître sous forme de bandes pâles à blanches entre le pourtour de la feuille et la nervure centrale dans la partie inférieure de la feuille. Dans les cas les plus graves, les nouvelles feuilles peuvent être entièrement blanches. En outre, les feuilles en développement peuvent être minces et leur pourtour risque d'être déformé.



Figure 38. La chlorose internervaire faisant passer de jeunes feuilles du jaune au blanc est un symptôme courant d'une carence en zinc.



Figure 39. La chlorose internervaire des jeunes feuilles est un symptôme courant d'une carence en zinc.



Figure 40. De jeunes feuilles trop minces peuvent également être le résultat d'une carence en zinc.



Figure 41. Le zinc est un élément nutritif immobile, de sorte que les premiers symptômes apparaissent au sommet de la plante.



Figure 42. La chlorose internervaire apparaît d'abord dans la moitié inférieure de la feuille lorsqu'il y a une carence en zinc.

Glossaire

Bronzage : Décoloration rouge-brun ou moucheture des tissus végétaux, en particulier les feuilles, qui résultent de dommages causés par des insectes (p. ex. la consommation par des acariens) ou par un stress environnemental (p. ex. une insolation, un excès d'ozone ou une carence en éléments nutritifs); les feuilles peuvent aussi présenter un aspect recourbé et une couleur vert pâle.

Brûlure (feuille) : Mort ou brunissement soudain des feuilles, entre les nervures ou sur le pourtour, qui se produit lorsque la plante éprouve des difficultés à absorber l'eau ou lorsqu'elle est exposée au grand soleil à la suite d'une période pluvieuse et nuageuse.

Brûlure apicale : Jaunissement ou nécrose du tissu foliaire à la pointe de la feuille.

Chlorose : Blanchiment (jaunissement) des tissus végétaux attribuable à une perte de chlorophylle.

Élément nutritif mobile : Tout élément nutritif qui peut se déplacer librement dans la plante – les éléments nutritifs mobiles se déplacent vers les zones de nouvelle croissance, ce qui peut entraîner des symptômes de carence dans les tissus plus anciens.

Élément nutritif primaire : On appelle éléments nutritifs primaires, ou macro-éléments, les éléments nutritifs dont les végétaux ont besoin en quantité pour simplement croître et se développer. Les six éléments nutritifs qui entrent dans cette catégorie sont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le phosphore et le potassium. Les végétaux tirent le carbone, l'hydrogène et l'oxygène de l'air et de l'eau. Ils doivent puiser dans le sol les autres macro-éléments. Les fertilisants, le fumier, la fixation de l'azote et la météorisation des minéraux réapprovisionnent le sol en éléments nutritifs. Les carences en éléments nutritifs primaires sont celles qui limitent le plus la croissance des végétaux.

Élément nutritif secondaire : Le calcium, le magnésium et le soufre sont nécessaires en quantités modérées. Ils sont habituellement classés parmi les éléments nutritifs secondaires parce qu'ils sont moins susceptibles de limiter la croissance des cultures. Ils sont généralement présents dans le sol en quantité adéquate, même si un apport en engrais peut être nécessaire pour certaines cultures.

Entre-nœud : Partie de la tige ou du rhizome comprise entre deux nœuds.

Internervaire : Entre les nervures de feuille.

Intranervaire : À l'intérieur des nervures de feuille.

Mouchetures ou pointillés nécrotiques : Nombreuses petites piqûres blanches ou bronzées sur la feuille.

Nécrose : Mort prématurée des tissus résultant d'une maladie, d'une blessure ou d'un stress physiologique (carence en éléments nutritifs, ozone, etc.) – la nécrose peut se produire à l'intérieur du corps de la feuille, sur le pourtour de la feuille ou à ces deux endroits.

Oligo-éléments : Les oligo-éléments sont aussi importants que les éléments nutritifs primaires et secondaires, mais sont nécessaires aux végétaux en beaucoup plus petites quantités et sont souvent présents en moins grandes concentrations dans le sol.

Pétiole : Pédoncule d'une feuille, qui attache le limbe à la tige.

Pourtour (feuille) : Le long du bord de la feuille.

Rabougrissement : Croissance réduite des plantes causée par un organisme nuisible ou par un manque d'eau, d'éléments nutritifs ou de tout autre facteur nécessaire au développement.

Citations

- 1 Wikimedia Commons, *File:Soil pH effect on nutrient availability.svg*, commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Soil_pH_effect_on_nutrient_availability.svg&oldid=634347869#filelinks
Consulté le 14 mars 2023, [Creative Commons Attribution 4.0 International license](#)

Références

Bould, C., Hewitt, E.J. et P. Needham, *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*, volume 1 (Principles), Service d'édition des publications officielles du Royaume-Uni, Londres, 1983.

Hewitt, E.J. et T.A. Smith, *Plant Mineral Nutrition*, The English Universities Press, Londres (Royaume-Uni), 1975.

Hoagland, D.R. et D.I. Arnon, *The water culture method for growing plants without soil*, circulaire 347, University of California, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station, Berkeley, 1938 .

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, *Manuel sur la fertilité du sol*, publication 611F, Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2019.

Photos

Page couverture	Feuille de chanvre au coucher du soleil, Shutterstock, 207279334
Page 3	Panorama d'un champ de chanvre, Shutterstock, 1786911731
Couverture arrière	Feuille de chanvre au coucher du soleil, Shutterstock, 207279334

Ce guide est publié uniquement à des fins d'information. La province de l'Ontario, représentée par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO), décline toutes les garanties expresses ou implicites reliées à l'utilisation du présent guide, y compris son contenu, tout lien vers un site ou une source d'un tiers ou le contenu de ces sites ou sources, y compris, mais sans s'y limiter, les garanties d'absence de contrefaçon ou les garanties de convenance précise.

En aucun cas la province de l'Ontario, ou ses directeurs, dirigeants, employés, préposés ou mandataires ne peuvent être tenus responsables du défaut de garder à jour ou exempt de toute erreur ou omission le contenu du guide ou tout lien ou site ou source d'un tiers auquel le guide peut renvoyer, ou pour tout dommage (y compris sans toutefois s'y limiter des dommages-intérêts pour manque à gagner, perte d'exploitation, perte d'information ou des dommages directs, indirects, accessoires, particuliers corrélatifs ou punitifs) de quelque nature que ce soit découlant de l'utilisation ou de l'impossibilité d'utiliser le présent guide (y compris l'ensemble de son contenu), tout lien, ou site ou travaux de tiers ou étant reliés, que ce par contrat, en matière délictuelle ou selon un autre fondement de responsabilité. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer d'avoir choisi la meilleure ligne de conduite pour son cas particulier.

Le contenu du présent guide (y compris sans toutefois s'y limiter les graphiques, les icônes et son apparence générale) est la propriété de la province de l'Ontario. La province ne renonce à aucun de ses droits exclusifs à cet égard, y compris sans s'y limiter les droits d'auteur, les marques de commerce et tout autre droit de propriété intellectuelle.

Aucun utilisateur du présent guide ne peut vendre, republier, imprimer, télécharger, copier, reproduire, modifier, téléverser, afficher, transmettre ou distribuer de quelque façon que ce soit une portion du présent guide ou de son contenu sans l'autorisation écrite préalable de la province, sauf si l'utilisateur l'imprime, le télécharge ou le copie à des fins raisonnables d'information et d'utilisation privées. L'accessibilité de tout contenu du présent guide ne doit aucunement être perçue comme un transfert de droits d'auteur, de marques de commerce ou de droits de propriété intellectuelle de la province à un quelconque utilisateur ou tiers.

