

## Qu'est-ce qu'on sait de la toxicité des chlorures pour les plantes fourragères pérennes?

*Gabriel Weiss, agronome, conseiller en plantes fourragères et en plantes cultivées à des fins bio-industrielles, Direction régionale de l'Estrie, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)*

*Isabelle Bernard, agronome, conseillère en grandes cultures et en santé des sols, Direction régionale du Centre-du-Québec, MAPAQ*

Le chlore est un élément mineur essentiel pour la croissance des plantes. Il joue un rôle important dans la photosynthèse et régule la respiration et l'évapotranspiration par la fermeture des stomates. Cet élément intervient également dans la reproduction cellulaire et contribue à améliorer la résistance des plantes aux maladies et aux insectes<sup>1</sup>.

Le chlore est naturellement présent dans le sol en faible quantité (500 mg/kg)<sup>2</sup>. Sa concentration dépend des apports d'engrais, de l'irrigation ainsi que des précipitations. Dans le sol, il se trouve principalement sous forme d'ions chlorure (Cl) qui sont absorbés par les plantes en tant qu'anions. Le chlorure a très peu d'affinités avec les particules d'argile et la matière organique, lesquelles sont chargées négativement. Cette charge négative tend à repousser les ions négatifs comme le Cl. De plus, c'est un élément qui se lessive facilement lorsque le pH du sol est neutre ou basique.

### Les sources de chlore

Pour comprendre l'origine du chlore dans les sols, il est important de considérer l'influence des précipitations, qui varie fortement selon la proximité des zones maritimes. Dans les plaines, les précipitations apportent très peu de chlore au sol, soit environ 1 kg/ha chaque année. Cependant, dans les zones côtières, la quantité peut s'élever jusqu'à 175 kg par an, en raison du sel marin. Les besoins en chlore des plantes peuvent être comblés par les engrais organiques et minéraux qui en contiennent un pourcentage variable. Le chlorure de magnésium (MgCl<sub>2</sub> [74 % de Cl sec et 22 % de Cl liquide]), le chlorure d'ammonium (NH<sub>4</sub>Cl [66 % de Cl]) et le

---

<sup>1</sup> Ahmet Turhan. Evaluation of the effects on chloride as a nutrient on plant growth, nutrition and yield components, chapitre 5. 2021. [Evaluation of the effects of chloride as a nutrient on plant growth, nutrition and yield components](#).

<sup>2</sup> Guohua Xu et autres. *Advances in chloride nutrition of plants*. 2000.

chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2$  [65 % de Cl]) en sont des exemples. Ces sources d'engrais sont peu utilisées au Québec. En revanche, les producteurs utilisent couramment le chlorure de potassium ( $\text{KCl}$  [47 % de Cl]), ou muriate de potassium.

### **Les effets du chlore sur la fertilité du sol**

Même à faible concentration, le chlore peut perturber certains processus biologiques du sol, notamment l'ammonification et la nitrification. L'ammonification correspond à une étape du cycle de l'azote où les micro-organismes décomposent la matière organique et libèrent de l'ammonium, particulièrement dans les sols acides.

À l'opposé, une très forte concentration en chlore causée par une fertilisation riche en chlorure peut également nuire. En effet, elle peut diminuer l'activité microbienne, ralentir certains processus biologiques essentiels et réduire la biodiversité microbienne, ce qui affecte le cycle de l'azote et la nitrification<sup>3</sup>.

La nitrification des sources d'azote ammoniacal s'effectue plus lentement lorsqu'elles contiennent du chlore, comme le chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), que lorsqu'elles en sont dépourvues<sup>4</sup>. Cela peut entraîner une diminution de la production d'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ), un important gaz à effet de serre.

### **Les carences en chlore**

À cause de l'ubiquité du chlore, il est plutôt rare de voir des carences en cet élément. Lorsqu'elles surviennent, elles sont semblables à des carences en manganèse. Selon l'espèce, on peut observer le flétrissement, le brunissement et la chlorose des feuilles, l'enroulement des folioles ainsi qu'une diminution importante de la croissance des racines. Chez la luzerne, la carence en chlore se caractérise par un fendillement de la feuille au niveau de la nervure centrale ainsi que par l'apparition de taches chlorotiques<sup>5</sup>. Le tableau 1 indique les besoins en chlore de quelques légumineuses fourragères.

---

<sup>3</sup> Michele Xavier Vieira Megda et autres. Chloride ion as nitrification inhibitor and its biocidal potential in soils 2014. Également disponible en ligne

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071714000315>

<sup>4</sup> Guohua Xu et autres. *Advances in chloride nutrition of plants*. 2000

<sup>5</sup> Paul E. Fixen. *Crop responses to chloride*. 1993

**Tableau 1. Concentration en chlore dans les feuilles de légumineuses (mg/g de matière sèche)<sup>4</sup>**

Culture	Déficiencia	Normalité	Toxicité
Luzerne	0,65	0,9 – 2,7	6,1
Trèfle rouge	0,15 – 0,21		
Trèfle souterrain	> 1,0		

### La toxicité du chlore

Certaines cultures sont plus sensibles que d'autres au chlore, comme la framboise, la fraise, la pomme de terre et le lin<sup>6</sup>.

Si les chlorures sont présents en trop forte concentration dans le sol, ils peuvent provoquer un stress salin et osmotique, puis devenir toxiques pour les plantes. Cette toxicité peut nuire au rendement et à la qualité de la culture<sup>7</sup>. La tolérance au chlore varie non seulement selon les espèces, mais aussi entre les cultivars d'une même espèce. Cela dépend de la capacité de la plante à éviter ou à ralentir l'accumulation de chlore dans ses parties aériennes, un mécanisme qui est principalement régulé au niveau des racines.

La toxicité se produit surtout lorsque la fertilisation minérale apporte de fortes concentrations de chlore. Cette accumulation perturbe les processus physiologiques dans lesquels le chlore intervient, comme la photosynthèse, la respiration et la fixation de l'azote, entre autres.

Les graminées sont moins sensibles à la toxicité du chlore<sup>7</sup> que les autres espèces fourragères. C'est le cas de la fléole des prés (mil), qui peut supporter des concentrations de chlore de 15 à 50 mg/g de matière sèche. La fétuque élevée a aussi une tolérance de modérée à élevée à la salinité. Le dessèchement des feuilles des plants de fétuques a été observé en présence de chlore dans le sol lorsque le pH oscille entre 8 et 9<sup>8</sup>. La fétuque est environ 2 fois plus tolérante à la salinité que la luzerne et près de 2,6 fois plus tolérante que le trèfle. Le ray-grass vivace, quant à lui, présente une tolérance moyenne à la salinité : il est environ 1,4 fois plus tolérant que la fétuque<sup>9</sup>.

---

<sup>6</sup> Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). *Guide de référence en fertilisation*. 2<sup>e</sup> édition, 2013. En ligne : <https://craaq.qc.ca/shop/psol0104-pdf-guide-de-reference-en-fertilisation-2e-edition-actualisee-pdf-12834>

<sup>7</sup> Guohua Xu et autres. *Advances in chloride nutrition of plants*, 2000.

<sup>8</sup> Yang Gao et autres. *Differentiation of carbonate, chloride, and sulfate salinity responses in tall fescue*, 2012.

<sup>9</sup> T. L. Jackson et autres. *Chloride and crop production*, 1984.

## **La production de fourrages à faible différence alimentaire cations-anions (DACA)**

La teneur en chlore est prise en compte dans le calcul du rapport cations-anions (DACA) des fourrages. Une ration avec une DACA négative est recherchée pour l'alimentation des vaches taries pendant la période de transition. Celle-ci favorise une légère acidification métabolique, améliore la mobilisation du calcium et réduit ainsi les risques de fièvre de lait (hypocalcémie) au vêlage. Par conséquent, l'apport en chlore dans les prairies de graminées destinées à la production de foin pour ces animaux abaisse la DACA du fourrage en augmentant sa teneur en chlore. L'objectif est d'obtenir une ration plus anionique, adaptée à la prévention de l'hypocalcémie au moment du vêlage.

Dans cette optique, certains producteurs ont recours à des fertilisants enrichis en chlore afin d'adapter la composition du foin aux besoins des vaches taries durant la période de transition. Des essais réalisés avec différentes sources de chlore ont montré qu'une dose de 168 kg de Cl/ha entraînait une diminution du rendement de la luzerne. En revanche, aucun effet notable sur le rendement n'a été observé pour des apports de 112 kg de Cl/ha ou moins<sup>10</sup>. Dans une autre étude, la fléole des prés a été fertilisée avec différentes sources de chlore à des doses allant jusqu'à 240 kg de Cl/ha (CaCl<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub>Cl ainsi que leur mélange). Aucune réduction de rendement n'a été observée pour cette culture<sup>11</sup>, quelle que soit la source ou la dose utilisée.

Toutefois, des essais de fertilisation de l'alpiste roseau avec des engrais chlorés ont montré une baisse de rendement lorsque le chlore était appliqué en combinaison avec une source d'azote<sup>12</sup>.

### **Les recommandations de fertilisation**

Les [nouvelles grilles de fertilisation](#) pour les plantes fourragères recommandent des applications allant jusqu'à 150 kg de K<sub>2</sub>O/ha par coupe pour des prairies contenant une forte proportion de légumineuses. Cela équivaut à une application de 250 kg de KCl/ha qui contient 117,5 kg de chlore. Cette concentration se situe dans un intervalle pour lequel les effets sur la culture ne sont pas documentés. La référence indique qu'aucun effet n'a été observé à des apports de 112 kg de Cl/ha ou moins, tandis que des dommages à la culture apparaissent à partir de 168 kg de Cl/ha. Par

---

<sup>10</sup> J. P. Goff et autres. *Effect of Application of Ammonium Chloride and Calcium Chloride on Alfalfa Cation-Anion Content and Yield*, 2007.

<sup>11</sup> S. Pelletier et autres. *Dietary cation-anion difference of Timothy (Phleum pratense L.) as influenced by application of chloride and nitrogen fertilize*, 2007.

<sup>12</sup> Everett D. Thomas et autres. *Reed Canarygrass Response to Nitrogen and Chloride Fertilization*, 1998

mesure de précaution, il est recommandé de ne pas dépasser la teneur en chlore n'ayant pas d'effet sur la culture, soit 112 kg de Cl/ha.

Ainsi, dans les prairies en implantation contenant de la luzerne, il est préférable de fractionner les applications de plus de 150 kg de  $K_2O/ha$ <sup>13</sup> (ou de 90 kg de  $K_2O/ha$ , selon les recommandations de l'Ontario<sup>14</sup>), ce qui permet de diminuer les pertes par lessivage. Il est également à noter que la salinité peut affecter la germination ainsi que la nodulation de certaines espèces aux cultivars plus sensibles. Il est donc important d'en tenir compte lors de la fertilisation de mélanges fourragers pour ne pas pénaliser certaines espèces, notamment les légumineuses. Celles-ci sont généralement plus sensibles au chlore que les graminées. Il faut également se souvenir des concentrations de chlore présentes dans les engrais, en vue d'éviter des problèmes d'accumulation et des risques de toxicité. Lorsque possible, il est recommandé d'alterner les sources de potassium, notamment entre le chlorure de potassium (KCl ou 0-0-60), le sulfate de potassium ( $K_2SO_4$  ou 0-0-50, 18 % S) ou le K-Mag (sulfate de potassium et magnésium [0-0-22, 11 % Mg, 22 % S]). Finalement, il est important de considérer les autres sources d'engrais azotés susceptibles d'apporter du chlorure. Cette recommandation est d'autant plus valable lorsque les apports en fertilisants se font de façon répétée avec des engrais minéraux, surtout s'ils contiennent des concentrations importantes de chlore. Si cette situation se présente, il faut surveiller les analyses de fourrages pour vérifier que leur teneur en chlore correspond aux besoins des animaux alimentés.

---

<sup>13</sup> CRAAQ. *Guide de référence en fertilisation*. 2<sup>e</sup> édition, 2010. En ligne : <https://craaq.qc.ca/shop/psol0104-pdf-guide-de-reference-en-fertilisation-2e-edition-actualisee-pdf-12834>

<sup>14</sup> Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. *Guide agronomique des grandes cultures*, Publication 811F. 2017 En ligne : [Publication 811F : Guide agronomique des grandes cultures | ontario.ca](https://www.ontario.ca/fr/publication/811f-guide-agronomique-des-grandes-cultures)