



Le **RAP**

RÉSEAU D'AVERTISSEMENTS PHYTOSANITAIRES

Leader en gestion intégrée
des ennemis des cultures

BULLETIN D'INFORMATION | VIGNE

N° 2, 23 avril 2020

Version modifiée le 2 mars 2021

Le cuivre en viticulture

Que ce soit en viticulture biologique ou conventionnelle, le cuivre a une place importante dans nos vignobles. Toutefois, ce métal lourd a la faculté de s'accumuler dans le sol et cause de la toxicité pour certains organismes vivants. Voici quelques pistes de réponse et de réflexion pour employer de façon sécuritaire et judicieuse ce fongicide utilisé depuis près de 150 ans.

À quoi sert le cuivre pour la plante?

Le cuivre est essentiel à l'activité de certaines enzymes impliquées dans le processus du métabolisme oxydatif, dont l'ascorbate oxydase et la tyrosinase. Comme une déficience en cuivre est souvent associée à une faible teneur en chlorophylle dans les tissus foliaires intravasculaires, il est généralement admis que cet élément est aussi associé à la synthèse de la chlorophylle, un élément essentiel de la photosynthèse.

L'acidité du sol solubilise le cuivre, et les sols avec un pH inférieur à 7 contiennent habituellement une quantité suffisante de cuivre pour répondre au besoin de la plante sans qu'il soit nécessaire d'en appliquer dans le programme de fertilisation. Ce n'est toutefois pas le cas pour les sols alcalins (pH supérieur à 7).

La plante absorbe le cuivre sous la forme cationique Cu^{2+} . Le composé chimique le plus courant associé au cuivre est l'ion soufre (sulfate de cuivre).

Mode d'action sur le mildiou et les autres maladies

Le cuivre, appliqué comme fongicide, n'est pas ou très peu absorbé par la plante. Il reste à la surface des organes de la plante jusqu'au moment où il sera lessivé par la pluie ou la rosée.

Ce fongicide est classé dans la catégorie M1 (inorganique multisite). Il s'agit d'un fongicide de contact qui empêche la germination des spores de mildiou et qui n'est efficace qu'en prévention. Les ions cuivreux (Cu^{2+}) qui sont libérés altèrent la perméabilité des membranes du champignon et perturbent son activité enzymatique et protéique.

Certaines formes de cuivre sont aussi homologuées pour lutter contre le **blanc** (*oïdium*) en empêchant la formation de cléistothèces sur les feuilles. C'est le cas de l'oxychlorure de cuivre et de l'octanoate de cuivre. Ce dernier est aussi homologué contre la **pourriture noire** et l'**excoriose**.

Sans être homologuées pour ces maladies, les autres formes de cuivre (hydroxyde de cuivre, sulfate de cuivre) peuvent avoir un effet modéré sur l'**anthracnose**, la pourriture grise et la pourriture acide. Le sulfate de cuivre est aussi homologué contre la pourriture noire.

Lorsqu'il est appliqué après la nouaison, le cuivre provoque un durcissement de la pellicule des baies, lequel crée une barrière pour certaines maladies.

Efficacité et lessivage des produits

Lorsqu'ils sont appliqués, les produits à base de cuivre laissent un résidu soluble à la surface de la plante et libèrent des ions cuivreux (Cu^{2+}) au contact de l'eau. Selon la forme de cuivre, une quantité plus ou moins importante de pluie est nécessaire pour que les ions Cu^{2+} soient libérés. Les produits qui libèrent rapidement les ions Cu^{2+} , comme l'hydroxyde de cuivre, ont une action de protection plus rapide, mais ils sont aussi plus facilement lessivés. Ces produits sont particulièrement recommandés en début de saison, lorsque la pression des maladies est élevée et que la croissance des vignes est rapide.

En France, où un effort est fait pour réduire les quantités de cuivre appliquées, l'Institut français de la vigne et du vin (IFV) recommande d'adapter la dose en fonction de la pression de la maladie et du volume foliaire. En période de croissance active, il est préférable d'appliquer de petites doses et de renouveler les traitements en fonction de la présence de nouveaux tissus végétaux (ex. : 20 cm de pousse).

De façon générale, les 2 premiers mm de pluie contribuent au lessivage de 25 à 40 % du cuivre. Par la suite, le lessivage est plus lent, et la quantité de cuivre se stabilise autour de 40 % de la dose initiale. Le tableau 1 ci-dessous résume les caractéristiques des produits.

Quelles sont les conditions entraînant une phytotoxicité

Pour réduire les risques de phytotoxicité, il est préférable d'utiliser de faibles volumes de bouille (250 à 450 litres/ha) et d'effectuer le traitement lorsque les conditions météo favorisent un séchage rapide du produit. On évite aussi les applications lorsque les feuilles sont humides ou lorsque les températures sont fraîches.

Le pH de l'eau utilisé pour la pulvérisation peut, s'il est trop bas, augmenter la solubilisation du cuivre et ainsi augmenter les risques de phytotoxicité. De plus, les mélanges en cuve peuvent augmenter le risque de phytotoxicité; il faut donc rester prudent lorsqu'il est utilisé avec d'autres produits (par exemple, lorsqu'il est combiné avec le soufre et à une chaleur au-dessus de 27 °C).

Les symptômes de phytotoxicité sont variés, et l'on peut distinguer les toxicités provenant du sol et celles provenant des applications foliaires. Les phytotoxicités causées par un excès de cuivre dans le sol sont plus fréquentes lorsque le pH du sol est acide. Comme le cuivre migre peu dans la plante, les analyses foliaires sont peu utiles pour détecter la toxicité. Un excès de cuivre peut provoquer une anomalie de croissance et une malformation des feuilles :

- Développement ralenti des jeunes feuilles qui sont particulièrement sensibles;
- Déformation des feuilles : découpées, criblées, marbrées, cloquées ou enroulées (semblable à l'effet d'un herbicide hormonal);
- Port du plant modifié; arrêt de croissance des pousses de l'année.
- Système racinaire fortement réduit.



Figure 1 : Symptôme typique de phytotoxicité liée au cuivre à la suite d'une application foliaire
Photo : [Ephytia, 2020](#)

Lors de certaines conditions d'application foliaire, le cuivre peut aussi entraîner une anomalie dans la coloration des feuilles :






- Teinte verdâtre à livide des folioles, jaunissement, blanchiment, anthocyanisation (teinte anormalement violacée), aspect terne et/ou bronzé du limbe, etc. (similaire à des symptômes de toxicité au glyphosate);
- Anomalie de coloration avec des intensités et répartitions différentes sur le limbe des feuilles (entre les nervures), mais peut aussi évoluer et affecter les nervures.

Le cuivre peut aussi occasionner des nécroses, des dessèchements foliaires ainsi que des lésions plus ou moins localisées et nécrotiques. Il peut aussi donner un aspect liégeux aux jeunes baies ou même les faire craqueler.



Figure 2 : Cicatrices liégeuses sur baies
Photo : [Gaëlle Dubé](#)

Tableau 1 – Les différents types de cuivre : leur persistance et action

Types de cuivre	Produits	Caractéristiques	Pourcentage de cuivre métallique	Dose/ha par application	Quantité de cuivre métallique par application de la dose homologuée (kg Cu ²⁺ /ha)	Nombre de traitements maximum/an
Hydroxyde de cuivre	KOCIDE 2000 KOCIDE 2000-O 	Libère plus rapidement les ions Cu ²⁺ lors d'une pluie que les autres types de cuivre. Traitement-choc plus important. Peu phytotoxique.	35 %	1,6 kg	0,561	7
	PARASOL WG 		32,6 %	2,24 à 6,72 kg	0,730 à 2 189	8
Octanoate de cuivre	CUEVA 	Cuivre liquide sous forme de savon. Moins phytotoxique que les autres formes de cuivre. Faible concentration en cuivre. Ne pas mélanger avec de la chaux.	1,8 %	2,35 L dans 470 L d'eau (pour une solution à 0,5 %) à 18,8 L dans 940 L d'eau (pour une solution à 2 %)	0,042 à 0,338	15
Oxychlorure de cuivre	CUIVRE EN VAPORISATEUR (COPPER SPRAY) 	Effet intermédiaire entre l'hydroxyde et le sulfate de cuivre. Phytotoxicité plus élevée. Éviter en période de floraison.	29,7 %	3 kg	0,891	7
	GUARDSMAN OXYCHLORURE DE CUIVRE 50					
Sulfate de cuivre basique	CUIVRE 53W 	Bon rapport lessivage/efficacité. Peu phytotoxique. Le mélange avec la chaux hydratée se nomme « bouillie bordelaise ». Le mélange avec le bicarbonate de sodium se nomme « bouillie bourguignonne ». Ces deux mélanges créent une molécule complexe qui libère le cuivre plus lentement.	21,3 %	3 kg	0,638	7

À partir de quelle quantité de cuivre le sol devient-il toxique?

Le cuivre est un élément très peu lessivable dans le sol. La matière organique du sol a la capacité d'en retenir une quantité importante. Puisque le cuivre est un cation (ion positif), il n'est pas dégradé une fois dans le sol (demi-vie de 10 000 jours). Ces deux facteurs expliquent l'accumulation du cuivre dans le sol.

La quantité de cuivre dans le sol considérée comme toxique dépend de plusieurs paramètres comme le taux de matière organique du sol, son taux d'acidité, sa capacité d'échange cationique (CEC), la tolérance au cuivre des plantes cultivées, etc. Selon la littérature, cette quantité de cuivre varie de 15 à 1000 ppm pour les plantes. Il a été possible d'observer une diminution de la taille des vers de terre à une dose de 500 ppm, et la dose est létale pour l'espèce à 1000 ppm.

Pour une vigne cultivée dans un sol sableux où le pH est inférieur à 6, le seuil de toxicité se situe autour de 25 ppm. En sol argileux avec un pH inférieur à 6, le seuil se situe autour de 100 ppm.

Un suivi de l'évolution du cuivre dans le sol des vignobles peut être fait à l'aide d'analyses de sol.

L'impact du cuivre sur les arômes

Il a été démontré au cours des dernières années que les applications de cuivre après la nouaison auraient un effet de réduction sur la quantité de glutathion dans les moûts, ce qui entraînerait une réduction des arômes de type thiols dans les moûts. Raison de plus pour respecter les délais avant récolte, voire de les allonger, en particulier pour les cépages où des concentrations significatives de thiols ont été détectées, comme le Seyval blanc, le St-Pépin et le Vidal.

Calculer la quantité de cuivre métallique appliquée

En Europe, l'utilisation du cuivre en agriculture est réglementée. La quantité maximale de cuivre métallique qui peut être appliquée est de 28 kg/ha maximum sur une période de 7 ans (soit une moyenne de 4 kg/ha/an). Dans ce contexte, la quantité de cuivre métallique par application tend à diminuer au profit d'un plus grand nombre de traitements. Au Canada, la quantité de cuivre métallique pouvant être utilisée dans la gestion phytosanitaire n'est pas normée pour l'instant, mais on doit se référer à l'étiquette pour respecter le nombre maximal d'applications par année ([tableau 1](#)).

Pour calculer la quantité de cuivre métallique appliquée, il faut multiplier la concentration (%) en cuivre métallique du produit spécifié par le fabricant avec la dose appliquée à l'hectare.

Concentration en cuivre métallique =

Masse molaire du cuivre/Masse molaire de la matière active x concentration de la matière active dans le produit.

La concentration sur l'étiquette est donnée en concentration du type de cuivre (matière active) et non en concentration de cuivre métallique. Cette concentration peut être déduite à l'aide de la masse moléculaire de la matière active. Dans le cas du CUIVRE 53W, la concentration en sulfate de cuivre (CuSO_4) est de 53,4 %. En divisant la masse d'un atome de cuivre (63,5 g/mol) par celle d'un atome de sulfate de cuivre ($\text{CuSO}_4 = 159,5 \text{ g/mol}$ où $\text{Cu} = 63,5 \text{ g/mol}$, $\text{S} = 32 \text{ g/mol}$ et $\text{O} = 16 \text{ g/mol}$) on obtient un rapport de 0,398. La multiplication de ce rapport par la concentration en sulfate de cuivre (53,4 %) nous donne alors une concentration en cuivre métallique d'environ 21,3 %.

Quantité de cuivre métallique appliquée =

Concentration en cuivre métallique (%) x dose d'application du produit (kg/ha).

Sur l'étiquette du CUIVRE 53W (sulfate de cuivre), la dose indiquée est de 3 kg/ha. La concentration en cuivre métallique étant de 21,3 %, on obtient une quantité de 0,638 kg de cuivre métallique par application.

Comment réduire les quantités de cuivre appliqué?

L'utilisation de cuivre a été pointée du doigt à cause de sa propriété d'accumulation dans les sols. Une utilisation judicieuse doit en être faite afin de le conserver comme outil de lutte tout en prévenant la contamination des sols. Le cuivre est un des seuls fongicides efficaces contre le mildiou en agriculture biologique. Différentes approches ont déjà été étudiées, mais se départir du cuivre n'est pas une avenue facile.

1. La mise en place de méthodes de lutte intégrée est une des principales stratégies pour réduire la pression des maladies. Une gestion du feuillage qui favorise l'aération des plants tout au long de la saison permet de réduire l'humidité qui pourrait favoriser la croissance des champignons.
2. Sélectionner des variétés plus tolérantes aux maladies qui nécessitent l'utilisation du cuivre, comme le mildiou de la vigne et l'anthracnose. La manipulation génétique dans la vigne n'est pas envisageable à court terme. Cependant, certaines variétés hybrides cultivées au Québec comme les Frontenac et le Marquette ont déjà une meilleure tolérance à ces maladies.
3. S'assurer que la pulvérisation est efficace et qu'elle recouvre bien les feuilles, en particulier la face inférieure des feuilles, puisque les stomates qui s'y trouvent sont une porte d'entrée pour le champignon.
4. Ajuster la dose en fonction du volume foliaire de la vigne.
5. Quelques fongicides commerciaux autorisés en agriculture biologique contre le mildiou ont fait leur apparition au cours des dernières années. Mentionnons **KOCIDE 2000-O** (hydroxyde de cuivre), **OXIDATE** (peroxyde d'hydrogène et acide peracétique), **TIVANO** (acide citrique et acide lactique), **TIMOREX GOLD** (huile de Melaleuca) et **STARGUS** (*Bacillus amyloliquefaciens*). L'efficacité de ces produits en conditions commerciales reste à démontrer.
6. Il semble que certaines huiles essentielles (ex. : orange douce) puissent avoir un effet répressif sur le mildiou si elles sont utilisées avant la présence du champignon et en combinaison avec d'autres fongicides. L'huile essentielle semble être utile sur une période de 6 heures, mais d'autres travaux doivent être faits pour savoir si cela est applicable en plein champ. Pour l'instant, ces huiles ne sont pas homologuées par Santé Canada pour être utilisées comme produits antiparasitaires, que ce soit en application pure ou en mélange.

Vers de nouvelles options

Malgré sa grande utilité en viticulture, en particulier en production biologique, et même si sa toxicité est moindre que celle d'autres fongicides, le cuivre est un produit toxique dont on ne doit pas abuser. Les normes actuelles tendent d'ailleurs à se resserrer, ce qui nous amène à chercher des solutions de rechange aux méthodes conventionnelles et à nous ouvrir aux nouvelles options qui peuvent demander une certaine adaptation dans l'objectif d'améliorer la gestion des maladies.

Pour plus d'information

- Berriau, G. (décembre 2012). *L'utilisation du cuivre en viticulture : réduction de doses, seuil de toxicité et réglementation*. En ligne. Consulté le 2 septembre 2019.
- Blancard, D. (5 mars 2018). *Phytotoxicité*. En ligne. Consulté le 2 septembre 2019.
- Chambre d'agriculture Languedoc-Roussillon (décembre 2007). *Gérer les apports de cuivre en viticulture biologique*. Consulté le 2 septembre 2019.
- Chouinard et coll. *Guide de référence en production fruitière intégrée* à l'intention des producteurs de pommes du Québec. En ligne. Consulté le 24 janvier 2020.
- Delas, J. (2000). *Fertilisation de la vigne*. Éditions Féret. 159 pages.
- INRA. (3 septembre 2018). *Peut-on se passer du cuivre en agriculture biologique?* Consulté le 2 septembre 2019.
- Journal officiel de l'Union européenne. (13 décembre 2018). *Règlement renouvelant l'approbation des substances actives « composés de cuivre »*. Consulté le 24 janvier 2020.
- Gavé, J. (27 janvier 2019). *Le cuivre, ennemi des thiols?* Réussir vigne. Consulté le 27 janvier 2020.
- Lenoir, T. (8 décembre 2011). *Mécanismes de rétention du cuivre dans les sols : évaluation statistique des approches macroscopiques et spectroscopiques*. Consulté le 2 septembre 2019.
- Techniloire. *Utilisation du cuivre en viticulture*. Consulté le 2 septembre 2019.
- Auréa agrosience (21 novembre 2017). *Conséquences des excès de cuivre dans les sols et les végétaux. Rencontre technique*. Consulté le 27 janvier 2020.

Ce bulletin d'information a été rédigé par India-Jane Tremblay et Gaëlle Dubé, agr. et révisé par Chloé Gendre, agr., (Club agroenvironnemental de l'Estrie) Evelyne Barriault, agr., (MAPAQ) Isabelle Turcotte, agr., Karine Bergeron, agr. (MAPAQ), Odile Carisse, Ph. D. (AAC) et Louise Thériault, agr. (MAPAQ). Pour des renseignements complémentaires, vous pouvez contacter [les avertisseuses du réseau Vigne](#) ou [le secrétariat du RAP](#). La reproduction de ce document ou de l'une de ses parties est autorisée à condition d'en mentionner la source. Toute utilisation à des fins commerciales ou publicitaires est cependant strictement interdite.