

## Le cuivre en agriculture biologique : Protection durable des plantes ou dégradation progressive des sols

Les produits phytosanitaires à base de cuivre ont-ils leur place dans l'agriculture biologique ?



Eden Kharrouba  
Valentin Vidal  
Léonard Moracchini  
Abdallah Melhem

Antoine Li  
Antoine Gilliet  
Antoine Bonnet  
Félicien Ducat

Cette publication a été réalisée par des étudiants en troisième année du cycle ingénieur de Mines Paris PSL Research University. Il présente le travail réalisé dans le cours intitulé « Descriptions de controverse », qui a pour objectif d'introduire les étudiants à l'univers incertain de la recherche scientifique et technique et de les sensibiliser aux enjeux de la participation citoyenne.

Mines Paris décline toute responsabilité pour les erreurs et les imprécisions que peut contenir cet article. Vos réactions et commentaires sont bienvenus. Pour signaler une erreur, réagir à un contenu ou demander une modification, merci d'écrire à la responsable de l'enseignement : [madeleine.akrich@mines-paristech.fr](mailto:madeleine.akrich@mines-paristech.fr).

## ■ Table des matières

■	Table des matières .....	1
■	Introduction .....	3
■	L'usage encadré du cuivre dans l'agriculture .....	5
▪	Historique de l'évolution de la réglementation.....	5
▪	L'agriculture biologique menacée par l'évolution des normes.....	6
▪	Critiques.....	7
■	Les problèmes liés à l'utilisation du cuivre dans l'agriculture .....	10
▪	Des risques directs sur la production agricole et l'environnement ? .....	10
▪	Des risques indirects pour les humains et les organismes aquatiques .....	12
■	Quels sont les leviers de réduction du cuivre ?.....	13
▪	Peut-on compter sur une substance miracle pour substituer le cuivre ?.....	13
▪	Les autres moyens techniques pour protéger la vigne.....	15
▪	Et le viticulteur dans tout ça ? .....	16
▪	Réduire le cuivre ... par le cuivre !.....	18
▪	Quid de la dépollution des sols ? .....	20
▪	Finalement, comment changer les pratiques ? .....	21
■	Conclusion .....	23
■	Matériel et méthodes .....	25
■	Références.....	26
▪	Articles de presse généraliste / presse professionnelle .....	26
▪	Articles scientifiques.....	26
▪	Chapitres d'ouvrage .....	27
▪	Littérature grise .....	27
▪	Films (documentaire, fiction, ... ).....	28
▪	Images, photographies, tableaux et graphiques .....	28
■	Glossaire.....	29



## ■ Introduction

Étant l'un des premiers pesticides utilisés par l'homme, le cuivre a fait son apparition sous la forme de bouillie bordelaise dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Extrêmement efficace, le cuivre est employé principalement pour traiter le mildiou de la vigne, la tavelure du pommier et le mildiou de la pomme de terre<sup>1</sup>, trois champignons qui causent d'importants dégâts pouvant aller jusqu'à la destruction des cultures, induisant de lourdes conséquences économiques.



(2019). "Oidium vigne". Olivier Lemoine.

Pour traiter ces maladies, l'agriculture biologique ne peut pas avoir recours à des pesticides de synthèse contrairement à l'agriculture conventionnelle ; elle dépend donc fortement du cuivre en cas de pression parasitaire importante, pendant les années humides et dans les régions côtières plus exposées comme près de Bordeaux. Les doses de cuivre épanchées par les agriculteurs dépendent fortement du type de culture, de la position géographique et de la météo des différentes années. Comme nous l'a expliqué un des spécialistes des biostimulants de l'INRA<sup>2</sup>, le changement climatique a pour effet d'exacerber la pression parasitaire, comme l'illustrent les années 2023 et 2024 particulièrement difficiles du fait de leurs pluviométries élevées, augmentant mécaniquement les doses utilisées<sup>3</sup>.

Cependant, le cuivre est considéré au niveau européen comme une substance soumise à substitution<sup>4</sup>, notamment en raison de son impact sur les sols. Des études laissent en effet penser que le cuivre a des effets

---

<sup>1</sup> Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Decognet V., Fabre F., Gary C., Grenier A.S., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., INRA. (2018). "Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?" Rapport d'expertise scientifique collective, INRA, 185 p.

<sup>2</sup> Entretien 6

<sup>3</sup> Entretien 6

<sup>4</sup> Cueniet A., Chambre d'agriculture Pyrénées-Orientales. (2020). « Le cuivre en viticulture biologique ».

néfastes sur la biodiversité des sols, et encore davantage sur celle des eaux<sup>5</sup>. Par ailleurs, cette substance ne peut a priori pas être dégradée et s'accumule dans le sol au fil du temps, exposant les organismes à des doses de plus en plus élevées ; les effets spécifiques à cette accumulation historique due aux fortes doses appliquées par le passé restent incertains et suscitent l'inquiétude de plusieurs experts interviewés dans cette enquête<sup>6</sup>. Mais le cuivre est-il vraiment écotoxique ? Comment affecte-t-il les milieux terrestres et aquatiques ? Et représente-t-il un danger pour la Santé humaine ?

Malgré les incertitudes quant au degré d'écotoxicité du cuivre dans les cultures, le Danemark et les pays nordiques ont appuyé l'interdiction du cuivre à l'échelle européenne, tandis que la sauvegarde de la viticulture bio, seule alternative aux cultures utilisant des produits de synthèse, motive la France à freiner les restrictions de son utilisation. Ce rapport de force s'exercera d'autant plus cette année, à l'occasion de l'étude du renouvellement de l'autorisation du cuivre par la commission européenne en 2025. Alignée sur la législation européenne, la France a dû limiter l'usage de la substance en 2018 à 4 kilos de cuivre par hectare et par an moyennés sur 7 ans, réduisant ainsi la limite de 6 kilos par hectare et par an instaurée en 2006<sup>7</sup> et maintenant la diminution continue des doses de cuivre autorisées depuis trente ans.

D'autre part, la grande efficacité du cuivre en tant que fongicide est aujourd'hui le moteur principal de la conversion des cultures conventionnelles en agriculture biologique. D'après un ingénieur agronome de l'INRA que nous avons contacté, l'utilisation actuelle de doses de cuivre encore importantes permet actuellement d'accompagner la conversion en compensant l'abandon des autres pesticides<sup>8</sup>. Cela s'explique par l'efficacité redoutable de ce produit, y compris comparé à des pesticides de synthèse. Cependant, il s'agit là du seul produit alternatif disponible pour l'agriculture bio ayant une efficacité comparable aux intrants de synthèse. Si des alternatives sont possibles, elles nécessitent toute une réorganisation du travail agricole et peuvent avoir des conséquences sur la main d'œuvre nécessaire, le goût et le prix du vin<sup>9,10</sup>. Dans ce contexte, comment l'agriculture biologique peut-elle s'adapter aux nouvelles réglementations, toujours plus sévères ? Et ces dernières ne risquent-elles pas de freiner la conversion des cultures conventionnelles vers le biologique ? Est-ce souhaitable ?

Plusieurs acteurs se positionnent vis-à-vis de ces problématiques et nous avons réussi à discuter avec plusieurs d'entre eux. Les agriculteurs et agricultrices, premiers concernés par une potentielle interdiction, possèdent l'expertise du terrain et des différentes méthodes déployées pour protéger les cultures. Parmi les personnes ayant acceptée de nous rencontrer, Florian Beck-Hartweg, vigneron bio en Alsace qui parvient à utiliser très peu de cuivre et qui s'était au préalable exprimé sur sa pratique dans différents média ainsi que sur Youtube. Nous avons également étudié les travaux d'institutions nationales comme l'ANSES et l'INRAE, où de nombreux experts ont mené des études afin de caractériser la toxicité du cuivre et son comportement dans les sols. Novasol Expert, un bureau d'experts spécialisé dans l'analyse de la qualité des sols s'est aussi positionné face à la question de l'écotoxicité du cuivre. Enfin, au niveau réglementaire européen, la EU Copper Task Force, composée de représentants de l'industrie cuprique, produit des études et des dossiers afin de soutenir la continuation de l'utilisation du cuivre. Certains de ces représentants ont partagé avec nous leur point de vue sur le sujet.

---

<sup>5</sup> Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Decognet V., Fabre F., Gary C., Grenier A.S., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., INRA. (2018). "Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?" Rapport d'expertise scientifique collective, INRA, 185 p.

<sup>6</sup> Entretiens 1, 4 et 7

<sup>7</sup> Règlement d'exécution (UE) 2018/1981

<sup>8</sup> Entretien 3

<sup>9</sup> Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015). "Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures". Recherche Agronomique Suisse, 2015, 6 (4), pp. 160-165.

<sup>10</sup> Entretiens 3 et 8

## ■ L'usage encadré du cuivre dans l'agriculture

### ■ Historique de l'évolution de la réglementation

Les substances fongicides à base de cuivre sont réglementées dans le cadre de l'agriculture biologique depuis 1992 à l'échelle européenne avec l'adoption du règlement européen sur l'agriculture biologique<sup>11</sup>. Le cuivre était à l'époque autorisé comme fongicide dans le secteur, sous une limite d'application de 8 kg/ha/an. Cette restriction, peu contraignante pour les agriculteurs, témoignait tout de même d'une préoccupation à l'égard des effets néfastes du cuivre. Selon l'Institut Français du Vin et de la vigne<sup>12</sup>, l'objectif était de trouver un substitut afin d'interdire le cuivre à l'horizon 2002. Cet objectif n'ayant pas été atteint, les doses de cuivre ont été encore plus réduites depuis.

La réglementation a donc évolué comme suit : un seuil de 6 kg/ha/an lissable sur 5 ans a adopté en 2006. Dans la foulée, la procédure d'établissement d'un rapport scientifique revu par les pairs à l'échelle européenne a été mise en place en juin 2007 et donna lieu en septembre 2008 à un rapport publié par la European Food Safety Authority<sup>13</sup>. Sur la base de ce rapport, l'ANSES (anciennement AFSSA) dépose un avis sur l'utilisation du cuivre en milieu ouvert dans lequel elle déclare :

“Les risques pour les oiseaux et mammifères sont acceptables jusqu'à 8 applications par an sur la base de 0.5 kg/ha par application”.<sup>14</sup>

En 2018, la réglementation européenne est revue et le seuil d'utilisation est abaissé à 4 kg/ha/an lissable sur 5 ans. Selon un rapport de l'INRAE de la même année :

“En France, la consommation annuelle de cuivre en viticulture biologique avoisine en moyenne 5 kg.ha-1.an-1 en année à forte pression de mildiou”<sup>15</sup>.

Cette révision correspond a donc imposé une limite forte pour l'utilisation du cuivre par les agriculteurs.

Bien que le sujet du cuivre en agriculture biologique occupe une place assez faible dans le débat médiatique, il est toutefois de plus en plus présent dernièrement. Le pic médiatique en 2018 et en particulier le 27 novembre s'explique par l'approche de la ré-homologation par l'union européenne.

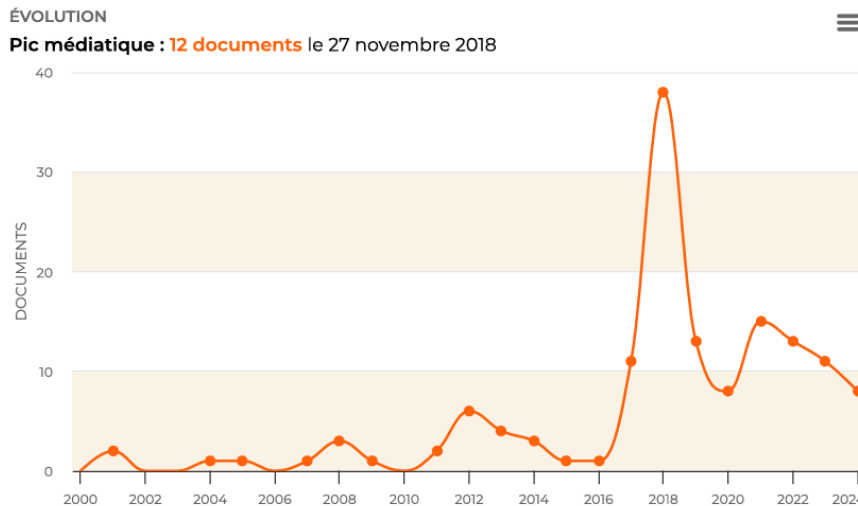
<sup>11</sup> Règlement CEE n° 2092/91

<sup>12</sup> Entretien 2

<sup>13</sup> Authority (EFSA), European Food Safety. (2008). “Conclusion Regarding the Peer Review of the Pesticide Risk Assessment of the Active Substance Copper Compounds”. EFSA Journal 6, no 10 (2008): 187r. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.187r>

<sup>14</sup> Briand, P., Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). (2005). « Afssa – Saisine n° 2005-SA-0335 ».

<sup>15</sup> Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Decognet V., Fabre F., Gary C., Grenier A.S., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., INRA. (2018). “Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?” Rapport d'expertise scientifique collective, INRA, 185 p.



Nombre d'articles de presse en France citant les termes "cuivre", "fongicide", et "agriculture biologique" par année de 2000 à 2024.  
Crédit photo : Europresse

On remarque en outre que le sujet est majoritairement évoqué par les médias des régions les plus concernées par la culture de la vigne ("L'Union" avec 11 articles en Champagne, "Sud-Ouest" avec 10 articles en Aquitaine) ainsi que les médias spécialisés.

A l'heure actuelle, le cuivre est toujours classé comme candidat à la substitution. Une substance est classée comme telle si elle répond à deux des trois critères PBT (persistant, bio-accumulatif et toxique). Dans le cadre du cuivre, la substance est considérée comme persistante et toxique. Ainsi, ses doses d'utilisation doivent être renouvelées tous les sept ans, contre quinze pour les autres substances.

Depuis son dernier renouvellement en 2018, l'usage du cuivre en agriculture est limité à l'échelle européenne à 4 kg par hectares et par an, avec un lissage sur 7 ans<sup>16</sup>. A l'échelle nationale, la situation peut être légèrement différente. La réglementation est ainsi plus stricte en Allemagne et en Autriche (3 kg/ha/an) et le cuivre est même complètement interdit au Danemark et aux Pays-Bas. Enfin, certains labels, d'agriculture biologique ou biodynamique, imposent des seuils plus faibles, comme le label Demeter qui limite l'utilisation du cuivre à 3 kg/ha/an en France et le proscrit totalement en Allemagne<sup>17</sup>.

### ■ L'agriculture biologique menacée par l'évolution des normes

Ces réglementations ont également des liens avec la tension entre agriculture conventionnelle (AC) et biologique (AB). Le label Agriculture Bio a été créé en 1985 et est propriété du ministère de l'Agriculture. Depuis 2009, il est aligné sur un label européen. En 2023, ce label concerne 10% de la surface agricole et en particulier 14% du vignoble français<sup>18</sup>.

Le cuivre est un problème plus important en AB qu'en AC. D'une part, les doses de cuivre utilisées en AB sont plus élevées qu'en AC. Cette différence s'explique par le fait que de nombreux autres fongicides sont autorisés en agriculture conventionnelle. Cependant, les agriculteurs conventionnels étant bien plus nombreux, seulement

<sup>16</sup> Règlement d'exécution (UE) 2018/1981. (n.d.). Retrieved October 24, 2024, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1981&rid=3>

<sup>17</sup> IFOAM EU GROUP. (2018). "Strategy for the minimisation of copper in organic farming in Europe". 11p.

<sup>18</sup> Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (2023) « Infographie - L'agriculture biologique (chiffres 2023) ». <https://agriculture.gouv.fr/infographie-lagriculture-biologique>. [Consulté le 13 janvier 2025]



19% du cuivre employé par les agriculteurs a été épandu sur des surfaces en agriculture biologique<sup>19</sup>. D'autre part, l'utilisation du cuivre dans l'AB est également un problème philosophique pour la filière. Un expert à l'INRAE dans le département Santé des Plantes et Environnement explique :

“Le cuivre est une substance qui est controversée dans le cahier des charges de l'AB pour une raison assez simple [...] Les diverses formes de Cu qui sont utilisées comme la bouillie bordelaise sont toutes des pesticides de synthèse : il n'y a pas de mines de bouillie bordelaise, cela n'existe pas dans cet état dans la nature. Le cuivre est donc contraire à l'esprit du cahier des charges de l'AB qui interdit l'utilisation des produits de synthèse.”<sup>20</sup>

Enfin, alors que les producteurs bio doivent faire face à un audit annuel<sup>21</sup>, la directrice scientifique d'un bureau d'études en qualité écologique des sols (Novasol Expert) affirme que les contrôles pour le cuivre sont très rares.

Les points précédents conduisent à l'émergence de tensions entre les deux filières, et à l'inversion des dynamiques de conversion vers l'AB. Premièrement, plusieurs acteurs affirment que les nouvelles réglementations limitant le cuivre ont inversé la dynamique de conversion vers l'AB. Un représentant de la EU Copper Task Force affirme :

“Il y avait historiquement mouvement de conversion du conventionnel vers le bio mais au moment où le cuivre a été dit candidat à la substitution, ça s'est arrêté”<sup>22</sup>

La perspective d'une interdiction ou d'une réduction des doses appliquées lors du renouvellement du cuivre en 2025 suscite de vives inquiétudes dans la filière, qui serait potentiellement menacée de disparition. Un vigneron membre de la FNAB le confirme :

“Sans cuivre ou avec des quantités insuffisantes, nous verrions des viticulteurs bio dans l'agriculture biologique dans l'incapacité d'y rester, et des viticulteurs qui souhaiteraient passer en bio y renoncer en totale incohérence avec les objectifs du plan Ambition bio 2022.”<sup>23</sup>

Deuxièmement, des tensions semblent émerger entre les deux filières qui défendent chacune leurs intérêts économiques. Ainsi, une chercheuse d'un cabinet d'expert ayant publié un papier scientifique sur l'écotoxicité du cuivre, plutôt en faveur du cuivre tout appelant à la prudence, raconte qu'elle a été harcelée par des lobbies pro-phyto, l'accusant de travailler pour les lobbies bio. De plus, son article a subi une instrumentalisation politique :

“Mon article a été très relayé dans le milieu agricole, même dans certains journaux généralistes, avec un parti pris qui n'était pas dans l'article original. [...] Malgré ma demande de neutralisation de certains articles, ils n'ont pas été modifiés.”<sup>24</sup>

Cette tension économique entre les filières pourrait avoir eu une influence sur la décision de la commission européenne en 2018. Selon une source journalistique, les pays du Nord de l'Europe, sans production viticole et influencés par des lobbies industriels, seraient à l'origine de cette décision.<sup>25</sup>

## ■ Critiques

<sup>19</sup> Générations Futures. “ L'agriculture biologique utilise-t-elle des substances problématique ? - focus sur le cuivre.”, juillet 2023. <https://www.generations-futures.fr/faq/bio-cuivre/> [Consulté le 13 janvier 2024]

<sup>20</sup> Entretien 7

<sup>21</sup> Ministère de l'Agriculture. (2023). « La Certification en Agriculture Biologique »

<sup>22</sup> Entretien 4

<sup>23</sup> Entretien 8

<sup>24</sup> Entretien 5

<sup>25</sup> Rivière F., “Cette réglementation européenne qui menace la viticulture biologique, dans la plus grande indifférence”. Le Figaro Vin, 3 janvier 2024

La réglementation actuelle est remise en question pour différentes raisons, mais principalement sur la question de la quantité de cuivre autorisée, comme le mentionne un membre de l'ANSES :

“Il y a quand même un consensus qui dit qu'il faut réduire son utilisation, le débat porte sur les seuils.”<sup>26</sup>

Tout d'abord, la valeur exacte du plafond d'utilisation de 4kg/ha/an lissé sur 5 ans est contestée par différents acteurs. Ainsi, des représentants de la EU Copper Task Force estiment que cette valeur constitue un minimum nécessaire à la production pour certains agriculteurs.

“C'est une limite proposée par l'ANSES, qui fait suite à une étude sur des vers de terre. Les vers ont été exposés à 40kg, 8kg et 4kg de cuivre. Des effets négatifs ont été observés pour l'exposition à 8kg, donc les autorités ont fixé la limite à 28kg/an en 7 ans, c'est-à-dire 4kg/ha/an avec lissage. Mais entre 8 et 4kg c'est une zone floue.”<sup>27</sup>

De même, un article de Limbourg et al. affirme que :

“Les enquêtes réalisées en Belgique montrent que la quantité annuelle maximale de 4 kg/ha/an recommandée par certains pays de l'union ne permettrait pas, vu la sensibilité des variétés généralement cultivées, dans l'état actuel des pratiques et des connaissances une protection suffisante des cultures biologiques contre les champignons pathogènes, les années à forte pression de maladie.”<sup>28</sup>

En parallèle, certains acteurs pointent du doigt le manque de nuance de la réglementation. L'argument revenant le plus souvent est celui de l'accumulation du cuivre dans les sols : si le danger du cuivre dans son utilisation sur le long terme est son accumulation sur les terrains cultivés et que les normes doivent prévenir les scénarios les plus extrêmes, il conviendrait de prendre en compte la spécificité des sols, leurs teneurs en cuivre initiales ainsi qu'en espèces réactives aux composés cuivre. Cette approche plus détaillée du problème est particulièrement chère aux chercheurs ; un expert du CNRS déclare :

“Au niveau scientifique, on sort du paradigme du choix entre toxicité et non-toxicité en mettant l'accent sur les spécificités de chaque territoire : type de sol, couverture végétale, accumulation antérieure du cuivre ou d'autres polluants. Cependant la réglementation reste binaire : homologation ou non, avec un seuil unique global qui ne prend pas en compte ces différences, ni les caractéristiques particulières du cuivre comme sa persistance.”<sup>29</sup>

Le manque de prise en compte des spécificités locales est également repris par les représentants de la EU Copper Task Force :

“Il y a quand même une distinction entre les pays du Nord et du Sud de l'Europe en raison de différences de sols, de biodisponibilité, de pressions mildiou régionales, etc... donc la Commission devrait fixer une norme un peu plus haute et permettre des doses plus grandes pour les pays du Sud notamment.”<sup>30</sup>

---

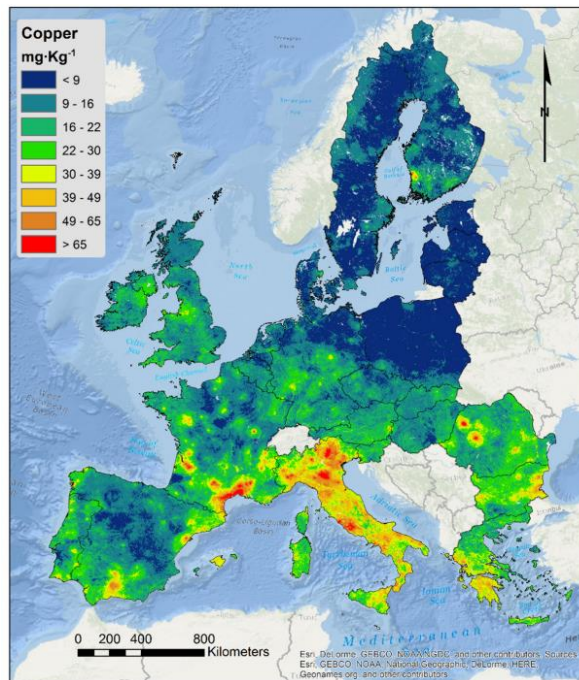
<sup>26</sup> Entretien 2

<sup>27</sup> Entretien 4

<sup>28</sup> Limbourg, Quentin, Vincent Cesar, et Laurent Jamar. (2015). “EVALUATION DE DEUX STRATEGIES VISANT A REDUIRE L'USAGE DU CUIVRE EN PRODUCTION BIOLOGIQUE DE POMME DE TERRE ET DE FRUITS A PEPINS”. In Proceedings of Journée de la recherche à l'action en agriculture biologique, 1-121. Gembloux, Belgium: Centre wallon de recherches agronomiques, 2015.

<sup>29</sup> Entretien 1

<sup>30</sup> Entretien 4



Accumulation du cuivre dans les sols en Europe estimée à partir d'un sondage (Babelio et al, 2018)

La mise en place de la granulométrie dans la réglementation permettrait donc de prendre en compte les variations d'utilisation des produits cupriques à l'échelle européenne du fait de la disparité des cultures et des pratiques agricoles.

Les acteurs en faveur de l'utilisation argumentent également contre le fait que le cuivre soit désigné comme candidat à la substitution. La EU Copper Task Force dénonce une contradiction entre les critères choisis pour établir ce statut :

“La Task Force admet qu’il soit persistant et toxique, mais conteste qu’il le soit les deux en même temps. Car il existe un phénomène de vieillissement du cuivre. Petit à petit le cuivre s’absorbe avec les matières organiques, donc plus il reste dans le sol moins il est toxique.”<sup>31</sup>

Enfin, la dissonance entre les différentes volontés politiques est régulièrement soulevée par tous les acteurs du sujet. Un expert de l'INRA estime qu'il existe une “contradiction entre les objectifs européens de développement de l'agriculture biologique et la volonté européenne d'interdire le cuivre qui met en péril l'agriculture biologique”. En l'absence de substitut efficace et peu dangereux pour l'environnement, limiter davantage l'utilisation du cuivre ou interdire entièrement son application reviendrait à mettre à mal la filière biologique pour les secteurs et les régions les plus vulnérables qui seraient alors contraint de revenir vers une agriculture conventionnelle. Cette évolution serait complètement contradictoire avec la volonté européenne de développer les volumes de production en agriculture biologique. De plus, selon un expert IFV :

“La pression réglementaire s'exerce surtout sur tous les produits phytosanitaires, qui sont ciblés par de potentielles interdictions ou non homologations. Si on interdit le cuivre, c'est fini pour les viticulteurs bio.”<sup>32</sup>

<sup>31</sup> Entretien 4

<sup>32</sup> Entretien 5

Avec la révision prochaine du règlement européen sur les seuils maximaux d'utilisation des produits cupriques, l'année 2025 pourrait voir un regain d'intérêt cet enjeu. La réglementation actuelle étant déjà très contraignante pour les agriculteurs les plus exposés, les législateurs européens devront peut-être introduire des seuils moins uniformes afin de ne pas réduire les volumes de production de l'agriculture biologique. Le débat se focalise essentiellement sur cette valeur de seuil car il existe aujourd'hui un consensus global à propos de l'impact du cuivre sur les écosystèmes sur le long terme.

## ■ Les problèmes liés à l'utilisation du cuivre dans l'agriculture

Si l'efficacité du cuivre est bien établie pour prévenir de multiples maladies comme le mildiou de la vigne, nous devons nous interroger sur les effets négatifs du cuivre sur le système agricole, sur l'environnement et sur les humains. Pour quelles raisons devrait-on se passer du cuivre en agriculture ? En particulier, dans quelle mesure le cuivre est-il néfaste pour les plantes, pour la biologie des sols, pour les organismes aquatiques ainsi que pour les humains ?

### ■ Des risques directs sur la production agricole et l'environnement ?

À première vue, on observe que le cuivre est utilisé depuis une centaine d'années dans l'agriculture, à des doses qui étaient plus importantes auparavant qu'aujourd'hui. François Despaigne, un vigneron déclare dans un article des Echos en 2023 que ces doses élevées n'ont pas pour autant rendu stériles les sols.

« Il y a vingt-cinq ans, quand j'ai démarré, je mettais 15 kilos de cuivre par hectare et par an. [...] Si le cuivre était un vrai problème, tous les sols seraient stériles depuis qu'on en met. »<sup>33</sup>

Le coordinateur et l'un des contributeurs du rapport d'expertise collective de l'INRA 2018 déclarent eux-aussi que pour l'instant la contamination des sols par le cuivre n'a jamais rendu les sols incompatibles avec l'agriculture. Le coordinateur à ce propos déclare :

« Je n'ai pas la connaissance d'étude qui quantifie les sols totalement infertiles car saturés en cuivre. Ce sont souvent des viticulteurs qui ont essayé de planter des jeunes plants dans des sols qui étaient saturés en cuivre. Ce n'est pas bien documenté et chiffré. Je ne sais pas quelle proportion d'agriculteurs cela représente ! Cela va dépendre des terroirs en fait. »<sup>34</sup>

Par conséquent, on pourrait estimer que le cuivre n'est pas une si mauvaise solution et que le principe de précaution exige de continuer avec le cuivre plutôt que d'utiliser une alternative dont on ne connaît pas les effets potentiellement néfastes sur le long terme. Néanmoins, la majorité des experts que nous avons contactés sont d'accord sur le fait que le cuivre a des effets néfastes avérés sur les populations microbiennes des sols. Par exemple, l'article de B. Karimi et al.<sup>35</sup> affirme qu'à une concentration de cuivre de 200kg/ha, la respiration microbienne est diminuée de 50%. Toutefois, la toxicité du cuivre vis à vis les macro-organismes des sols comme les vers de terre fait l'objet de débats :

<sup>33</sup> Karine Valentin, "Le sulfate de cuivre blanchi", Les Echos, no. 23887, Supplément p.3, lundi 30 janvier 2023

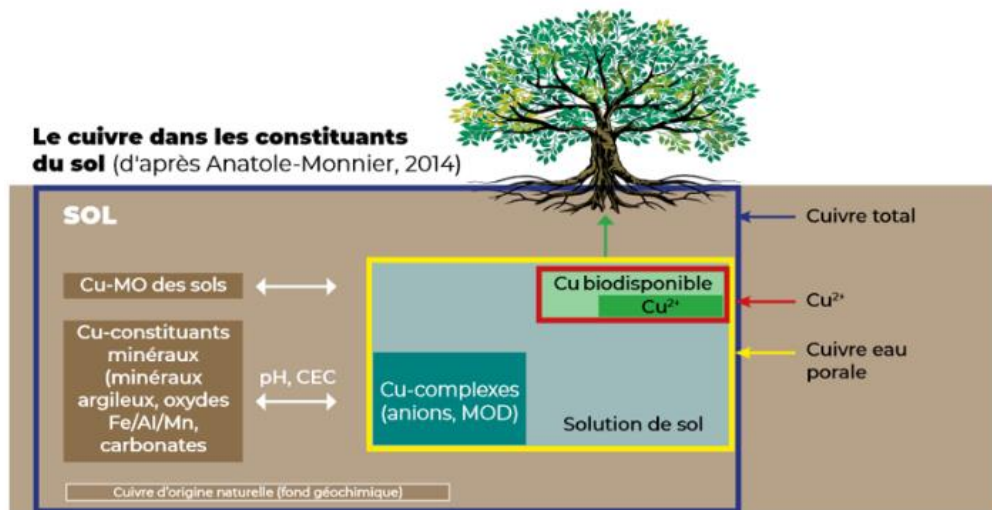
<sup>34</sup> Entretien 7

<sup>35</sup> B. Karimi et al., (2021). "Ecotoxicity of copper input and accumulation for soil biodiversity in vineyards". Environ Chem Lett, vol. 19, no 3, p. 2013-2030, juin 2021, doi: 10.1007/s10311-020-01155-x.

“Si les effets délétères d’excès en cuivre sur les communautés microbiennes des sols semblent bien établis, ils sont plus controversés pour d’autres espèces indicatrices, en particulier les vers de terre.”<sup>36</sup>

En réalité, les études d’écotoxicologies du cuivre sont délicates à mener et les méthodologies sont souvent remises en cause. En effet, un référent AB de l’Institut du Vin Français et un membre de la EU Cooper Task Force<sup>37</sup> déplorent que les sols utilisés pour les études de toxicité ne soient pas représentatifs des sols agricoles. Enfin, on note que dans ces études de toxicité, les doses de cuivre utilisées pour voir des effets néfastes sont bien au-delà de celles autorisées par la réglementation européenne<sup>38</sup>.

Par ailleurs, le cuivre est utilisé comme phytosanitaire sous différentes formes (oxyde de cuivre, oxychlorure de cuivre, sulfate de cuivre...) et sur différents types de sol. D’après un chercheur de l’INRAE et un ingénieur de l’IFV<sup>39</sup>, l’écotoxicité du cuivre est moindre sur les sols français souvent basiques ou neutres, riches en humus et en argile. En effet, le cuivre est davantage neutralisé dans ce type de sol et n’est pas biodisponible. En 2022, dans le cadre du projet Bas Intrans Cuivre (BasIC) piloté par la FNAB et financé par le plan Ecophyto II, la notion de biodisponibilité a pu être précisée par des experts<sup>40</sup>.



Le cuivre dans les constituants du sol d’après Anatole-Monnier (2014), schéma issu du projet BasIC (Bas Intrans Cuivre), FNAB<sup>41</sup>

La phytodisponibilité est définie comme la concentration d’ions  $\text{Cu}^{2+}$  présents dans les eaux porales car les plantes absorbent uniquement les ions  $\text{Cu}^{2+}$  et non les complexes de cuivre (organométalliques ou complexation avec des anions sulfates, chlorures ou carbonates). La méthode actuellement utilisée pour mesurer la « biodisponibilité » du cuivre dans un sol est le dosage du cuivre à l’EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid). Or, cette méthode par extraction EDTA rend compte du cuivre total et pas seulement de la biodisponibilité du cuivre

<sup>36</sup> Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Decognet V., Fabre F., Gary C., Grenier A.S., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., INRA. (2018). “Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?” Rapport d’expertise scientifique collective, INRA, 185 p.

<sup>37</sup> Entretiens 2 et 4

<sup>38</sup> Entretien 5

<sup>39</sup> Entretiens 2 et 6

<sup>40</sup> Fédération National Agriculture Biologique. (2022). « COMMENT SE COMPORTE LE CUIVRE DANS LES SOLS VITICOLES FRANÇAIS ? ». Livret du Projet BasIC

<sup>41</sup> Fédération National Agriculture Biologique. (2022). « COMMENT SE COMPORTE LE CUIVRE DANS LES SOLS VITICOLES FRANÇAIS ? ». Livret du Projet BasIC

: elles surestiment la quantité de cuivre biodisponible. Finalement, la notion de biodisponibilité apparaît complexe et nécessiterait peut être davantage d'études scientifiques.

Quoi qu'il en soit, l'atome de cuivre présente l'inconvénient de ne pas disparaître des sols et de s'y accumuler de façon irréversible. D'après un rapport de l'ITAB de 2014<sup>42</sup>, le principal problème lié au cuivre est l'accumulation due aux apports anciens, bien davantage que les apports actuels. Toutefois, dans une lettre à l'éditeur en réponse à B. Karimi et al., G. Imfeld et al. déclarent que les doses épandues aujourd'hui pourraient avoir un impact non négligeable sur l'état des sols dans 100 ans:

“En supposant que les propriétés du sol (pH, teneur en matière organique, texture, structure et porosité en particulier) soient constantes, la proportion de surfaces viticoles dépassant la PNEC (Predictive Non Effect Concentration) dans les 100 prochaines années devrait augmenter d'au moins 94 %, 2 % ou 0,5 % respectivement pour une utilisation de 8, 4 ou 2 kg cuivre/ ha/an.”<sup>43</sup>

Les effets néfastes du cuivre ne peuvent se voir que lorsque de fortes quantités sont accumulées. Il faut donc considérer aussi bien les doses passées que les doses actuelles et futures pour pérenniser la production agricole.

### ▪ Des risques indirects pour les humains et les organismes aquatiques

L'utilisation du cuivre a des conséquences indirectes sur la santé des organismes aquatiques. En effet, les sels de cuivre étant solubles dans l'eau, une partie du cuivre finit dans l'eau de ruissellement. La contamination des eaux est la raison qui a poussé certains pays d'Europe à interdire le cuivre. En effet, les produits à base de cuivre sont labélisés H410 “Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme”. Certains modèles démontrent des effets importants sur les populations de microalgues et de crustacés aquatiques à partir de concentrations en cuivre égales à 28 µg/L<sup>44</sup>. Toutefois, comme pour les modèles d'écotoxicité du cuivre dans les sols, la fiabilité des modèles est remise en question notamment car le cuivre est oligo-élément essentiel à la vie et il faudrait aussi tenir compte d'autres paramètres comme la biodisponibilité et la typologie des sols.

Enfin, on peut s'interroger sur les effets du cuivre sur la santé humaine. Tout d'abord, il faut préciser que le cuivre n'est pas un produit CMR (Cancérogène, Mutagène ou Reprotoxique) contrairement à certains produits utilisés en AC. Un des représentants de l'association Générations Futures regrette l'existence de journalistes engagés contre l'AB qui prétendent que le cuivre est cancérigène alors qu'il s'agit d'un oligoélément pouvant engendrer tout au plus des problèmes gastro intestinaux au vu des quantités présentes<sup>45</sup>. Ensuite, d'après un ingénieur de recherche en agronomie et un biogéochimiste spécialisé en pollution des sols<sup>46</sup>, une part infime du cuivre épandu (< 5%) se retrouve dans le produit végétal et aucun risque d'intoxication au cuivre existe pour le consommateur final. En fait, ce sont les agriculteurs qui sont les plus exposés au cuivre lorsqu'ils l'épandent à l'aide de pulvérisateurs.

“Je prépare moi-même les solutions à base de cuivre pour exposer le moins possible mes employés. J'utilise des EPI (Equipements de Protection Individuelle) assez légers, mais je mets peu de masques à cartouche par exemple. Ils sont recommandés mais le cuivre est peu volatile et je l'utilise en faible

<sup>42</sup> Berthier C. Chovelon, ITAB (2013). “Argumentaire pour le maintien d'une dose efficace de cuivre en viticulture”, dossier technique

<sup>43</sup> G. Imfeld, J. Duplay, et S. Payraudeau. (2021). “Prise en compte du stockage et de la disponibilité du cuivre dans les sols viticoles pour en évaluer son écotoxicité”, *Étude et Gestion des Sols*, vol. 28, no 1, p. 181-185, 2021. <https://hal.science/hal-03379002v1>

<sup>44</sup> Camara, B. I., R. Yamapi, et H. Mokrani. « How do copper contamination pulses shape the regime shifts of phytoplankton-zooplankton dynamics? » *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 48 (1 juillet 2017): 170-78. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2016.12.009>

<sup>45</sup> Entretien 11 et ANSES. (2006). « Evaluation des risques sanitaires liés au dépassement de la limite de qualité du cuivre dans les eaux destinées à la consommation humaine ». 11p.

<sup>46</sup> Entretiens 1 et 3

dose [...]. Je n'ai jamais entendu parler de personnes affectées par le cuivre" déclare Florian Beck viticulteur bio<sup>47</sup>.

L'exposition au cuivre ne fait pas l'objet d'un SIR (Suivi Individuel Renforcé) systématique par les médecins du travail. En outre, le risque de pénétration du cuivre dans la peau des viticulteurs fait l'objet d'une querelle d'experts d'après un ingénieur de l'IFV<sup>48</sup>.

En conclusion, la majorité des acteurs se rejoignent pour dire que le cuivre présente des effets néfastes pour les sols en diminuant de façon avérée la population microbienne. L'effet du cuivre sur les populations de macro-organismes (vers de terre...) est plus controversé. Les effets du cuivre sont particulièrement délétères pour les sols en cas de forte accumulation, de plus, les concentrations dans les sols ne peuvent qu'augmenter au cours du temps si du cuivre est utilisé. Heureusement, pour l'instant rares sont les sols rendus impropres à l'agriculture à cause d'une accumulation en cuivre. La quantification des effets du cuivre sur le vivant des sols est difficile car il existe une notion de biodisponibilité qui fait l'objet de débats d'experts. Enfin, le cuivre n'est pas un CMR et ne présente aucun risque pour les consommateurs d'après les entretiens que nous avons conduits. Néanmoins, pour les exploitants, des EPI sont recommandés pour se protéger de potentiels risques de pénétration cutanée du cuivre lors de l'utilisation des pulvérisateurs.

## ■ Quels sont les leviers de réduction du cuivre ?

La réduction des doses réglementaires d'application du cuivre décidée par la Commission Européenne en 2002, a eu un impact sur les pratiques et sur la recherche de produits alternatifs, et a participé à la réduction des quantités de cuivre appliquées notamment en viticulture. Face aux polémiques et aux risques d'amoinrir la capacité productive des sols, des recherches portant sur le cuivre et d'autres alternatives aux traitements au cuivre ont été menées.

Quels produits et moyens matériels sont à la disposition des viticulteurs ? Faut-il attendre une « substance miracle », encore non découverte ? En quoi l'expertise des agriculteurs elle-même leur permettrait de diminuer l'usage du cuivre ? Faut-il aller encore plus loin : repenser totalement le système et se passer entièrement de cette substance ?

### ■ Peut-on compter sur une substance miracle pour substituer le cuivre ?

En 2018, une expertise collective pilotée par l'INRA<sup>49</sup> définit le "biocontrôle" comme le regroupement à la fois les méthodes à effets directs utilisant des substances ou produits "naturels" (à l'exclusion donc des préparations de synthèse minérale ou organique, comme les sels de cuivre), la lutte biologique, et la stimulation des défenses des plantes par des produits également d'origine naturelle. Il est important de noter que toutes les méthodes de biocontrôle ne sont pas ipso facto éligibles à l'utilisation en AB, et que certaines méthodes utilisées en AB (comme l'emploi de doses plus ou moins fortes de cuivre) sont exclues du champ du biocontrôle.

Les catégories de molécules utilisées pour protéger les cultures sont les biocides et les biostimulants. Les premiers tuent les agents pathogènes en agissant sur la germination des spores ou le développement du pathogène. Quant aux biostimulants, ces substances agissent en renforçant le mécanisme de défense de la

<sup>47</sup> Entretien 8

<sup>48</sup> Entretien 2

<sup>49</sup> Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Decognet V., Fabre F., Gary C., Grenier A.S., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., INRA. (2018). "Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?" Rapport d'expertise scientifique collective, INRA, 185 p

plante pour bloquer la colonisation de ses tissus lors de l'infection. Les éliciteurs sont des biostimulants issus de micro-organismes ou de plantes.

Les biocides naturels et les biostimulants ont l'avantage d'être potentiellement biodégradables, donc ni persistants ni polluants ; ces caractéristiques doivent cependant être prouvées par des études selon l'INRAE. Que disent donc les études ? Malgré leurs qualités, les chercheurs ont montré que l'efficacité des produits de biocontrôle est limitée, pour ne pas dire nulle. Selon différents articles de recherche scientifique<sup>50,51</sup>, et rapports officiels<sup>52</sup>, ces produits, même s'ils sont loin de pouvoir remplacer le cuivre, peuvent être utilisés en association avec ce dernier.

Malgré l'efficacité modérée des biostimulants établie par les chercheurs, Florian Beck-Hartweg<sup>53</sup>, un vigneron bio en Alsace qui parvient à n'utiliser que 700g/ha/an de cuivre, croit en leur importance : « Dans le cadre de ma pratique, je traite mes vignes avec des extraits de plantes (reine des prés, osier, ortie, ...) et c'est efficace. [...] J'utilise le cuivre en dernier recours ». Leur faible efficacité est cependant critiquée lors des périodes de forte pression de mildiou, comme le mentionne l'un des spécialistes de l'étude des stimulateurs de défense des plantes de l'INRA.

« Il y a quelques produits sur le marché qui sont utilisés mais pour des années difficiles comme 2023 et 2024. Les SDPs sont d'une utilité extrêmement réduite car ils manquent d'efficacité. En année sèche, année où la pression de la maladie est faible, on peut les utiliser et cela permet, lorsque le risque de la maladie est modéré, de diminuer significativement les doses de cuivre, mais c'est assez modeste »<sup>54</sup>

De plus, un autre élément est source de débat quant à leur utilisation : le prix. Selon un rapport sur le projet européen Repco paru en 2009<sup>55</sup>, le ratio coût/bénéfices de l'utilisation de ces produits « alternatifs » n'est pas satisfaisant dès lors qu'il y a une forte pression mildiou.

Enfin, l'INRAE indique dans son rapport publié en 2018<sup>56</sup> des problématiques d'homologation de ces produits, et surtout en agriculture biologique, d'une part pour des raisons de potentielle écotoxicité et d'autre part en raison du caractère antibiotique de certaines de ces substances.

Différentes molécules et préparations font toujours l'objet de recherches. Bien que certains avis ponctuels, comme le mentionne l'article de Dagostin et al<sup>57</sup>, semblent enthousiastes au sujet de préparation à base d'extrait de Yucca, d'huile végétale et d'extrait d'ail, d'extrait de sauge, ou encore de lipopeptides bactériens... aucun consensus autre que celui de l'efficacité limitée ne semble se dégager, probablement en raison des conditions d'exploitation différentes entre chaque cas.

<sup>50</sup> Dagostin, Silvia, Hans-Jakob Schärer, Ilaria Pertot, et Lucius Tamm. (2011). "Are there alternatives to copper for controlling grapevine downy mildew in organic viticulture?" *Crop Protection* 30, no 7 (1 juillet 2011): 776-88. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.02.031>.

<sup>51</sup> Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015) « Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures ». *Recherche Agronomique Suisse*, 2015, 6 (4), pp. 160-165. <https://orprints.org/id/eprint/28727/>.

<sup>52</sup> Gomez C. "Bilan du projet européen REPCO 2004-2007 : Alternative au cuivre dans la maîtrise du mildiou de la vigne". *AlterAgri*, 1 mars 2009

<sup>53</sup> Entretien 8

<sup>54</sup> Entretien 6

<sup>55</sup> Gomez C. "Bilan du projet européen REPCO 2004-2007 : Alternative au cuivre dans la maîtrise du mildiou de la vigne". *AlterAgri*, 1 mars 2009

<sup>56</sup> Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Decognet V., Fabre F., Gary C., Grenier A.S., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., INRA. (2018). "Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?" Rapport d'expertise scientifique collective, INRA, 185 p.

<sup>57</sup> Dagostin, Silvia, Hans-Jakob Schärer, Ilaria Pertot, et Lucius Tamm. (2011) « Are there alternatives to copper for controlling grapevine downy mildew in organic viticulture? » *Crop Protection* 30, no 7 (1 juillet 2011): 776-88. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.02.031>.



Rarement mentionnées, d'autres méthodes existent comme l'homéopathie ou l'isothérapie, qui consistent à traiter les plantes avec les champignons ou bactéries qui leur sont néfastes. L'un des experts en Santé des Plantes<sup>58</sup> de l'INRAE est toutefois extrêmement sceptique : « Soigner le mal par le mal, bon autant vous dire que cela ne marche pas ». Dans un rapport publié par l'organisme, il est écrit :

« Au vu des rares publications traitant de l'emploi phytosanitaire de préparations hautement diluées et dynamisées d'origines diverses (tissus malades, préparation homéopathiques ou biodynamiques), il est possible de conclure qu'aucune de celles testées jusqu'à présent ne semble posséder une efficacité phytosanitaire directe quelconque ; pire, certaines seraient plutôt nocives »<sup>59</sup>

Mais alors, si les viticulteurs ne peuvent pas se tourner vers d'autres produits naturels pour réduire les doses de cuivre ou le substituer complètement, ont-ils d'autres solutions à leur disposition ?

### ▪ Les autres moyens techniques pour protéger la vigne

Toute l'agriculture repose sur différentes variétés d'une même espèce de fruits ou de végétaux. Parmi elles, les variétés résistantes sont bien connues par les chercheurs et les viticulteurs. S'il est en théorie envisageable d'utiliser des variétés plus résistantes aux maladies comme le mildiou, les viticulteurs sont directement impactés par des considérations économiques et gustatives qui empêchent la culture de ces variétés. Notre interlocuteur chez Générations Futures le souligne bien : « Si on va en Bourgogne et qu'on demande aux viticulteurs d'utiliser autre chose que du Pinot Noir, ils ne vont pas vouloir ! »<sup>60</sup>

D'abord, ces variétés résistantes présentent effectivement une efficacité certaine, mais qui n'est pas forcément pérenne. Un article de Bernhard Speiser et ses collègues<sup>61</sup> affirme par exemple que « l'intérêt des variétés résistantes apparaît clairement dans l'enquête, particulièrement en viticulture où les quantités de cuivre appliquées sur les variétés fongji-résistantes sont six fois plus faibles que sur les variétés européennes ». Mais le spécialiste de l'étude des SDP de l'INRAE nous met en garde :

« Si on n'utilise pas de méthodes pour protéger la durabilité de la résistance de ces nouvelles variétés résistantes (comme des biopesticides ou des SDP), tôt ou tard, les résistances de ces variétés vont s'effondrer. »<sup>62</sup>

Par ailleurs, cette solution, comme celles précédemment mentionnées, ne constitue en aucun cas une façon d'éliminer le cuivre des pratiques, mais seulement de le réduire, comme le souligne un conseiller viticole de la chambre d'agriculture des Pays de la Loire<sup>63</sup>.

Si la plupart des chercheurs ont une vision très centrée sur l'intérêt technique de la culture de variétés résistantes, les viticulteurs, eux, perçoivent également leur impact sur la qualité du vin qu'ils produisent. Cette qualité souvent dégradée se traduit directement sur le prix de vente des bouteilles qui est alors revu à la baisse. Florian Beck-Hartweg<sup>64</sup> souligne en effet que sa « recherche d'un vin avec de la personnalité est moins facile avec les hybrides » et donc que cette solution est « réservée pour les autres agriculteurs aux parcelles plus sensibles ou qui produisent des vins avec moins de personnalité, mais en grande quantité et pour des prix plus bas. »

<sup>58</sup> Entretien 7

<sup>59</sup> Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Decognet V., Fabre F., Gary C., Grenier A.S., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., INRA. (2018). « Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ? » Rapport d'expertise scientifique collective, INRA, 185 p.

<sup>60</sup> Entretien 11

<sup>61</sup> Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015) « Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures ». Recherche Agronomique Suisse, 2015, 6 (4), pp. 160-165. <https://orgprints.org/id/eprint/28727/>.

<sup>62</sup> Entretien 6

<sup>63</sup> Entretien 10

<sup>64</sup> Entretien 8

L'un des experts de l'INRAE interviewé<sup>65</sup> relève aussi le défi de l'appellation, extrêmement stricte en viticulture : « Si on perd l'AOC, on perd 50% du prix de vente de notre vin donc personne ne veut faire ça ». En revanche, il explique que ce problème n'est pas aussi présent pour d'autres cultures, notamment pour celle de la pomme de terre pour laquelle l'utilisation de variétés résistantes est le levier principal pour diminuer l'usage du cuivre.

Ainsi, aucune substance ni variété résistante ne semble être une solution miracle pour se passer du cuivre en viticulture biologique. Pour éviter le recours au cuivre, des méthodes de prévention peuvent également être déployées dans la gestion des vignes. Parmi elles, le bâchage des cultures est la technique la plus citée lors de nos entretiens, tous acteurs confondus.

Selon un article de Speiser paru en 2015<sup>66</sup>, les bâches permettent d'éviter la contamination du feuillage par les spores présentes dans l'air ou dans la pluie et de diminuer la sensibilité provoquée par le vent ou la grêle et l'humidité. Bien que son efficacité fasse consensus, là encore ce sont des considérations gustatives, d'appellations, voire de microclimat et d'environnement qui posent problème pour Florian Beck-Hartweg :

« Je ne suis pas favorable aux bâches car je préfère préserver l'écosystème tel qu'il est : la création d'un microclimat dû aux bâches affecte le goût du vin et la biodiversité. On diminue l'utilisation du cuivre mais on perd beaucoup sur d'autres plans. »<sup>67</sup>

Le même reproche peut être fait aux serres qui permettent de réguler l'humidité des cultures pour éviter des conditions favorables au mildiou.

### ▪ Et le viticulteur dans tout ça ?

Florian Beck-Hartweg, qui parvient à n'utiliser que 700g/ha/an de cuivre, soit moins d'un quart des 4kg/ha/an autorisés par la Commission Européenne, affirme que cette réussite repose sur le fait d'avoir choisi de porter une attention particulière à ses pratiques, plutôt qu'à attendre la venue d'un nouveau produit capable de remplacer le cuivre. Par conséquent, la question « comment les pratiques viticoles impactent-elles la gestion des maladies de la vigne et de quelle façon aider les viticulteurs ? » reste centrale lorsqu'il s'agit de réduire l'usage du cuivre.

En ce qui concerne la prévision des traitements, différents outils digitaux et modèles ont été développés pour tenir compte des conditions météorologiques notamment, et aider les viticulteurs à planifier la pulvérisation de cuivre sur leurs cultures. Ces outils paraissent prometteurs surtout pour les scientifiques et les expérimentateurs qui les développent. Ils permettraient de réduire drastiquement l'utilisation du cuivre. Par exemple, une expérience mise en place par l'Institut du Vin Français a démontré via le projet Biocuvitiono qu'il était possible de réduire les doses de cuivre appliquées en utilisant uniquement un outil d'aide à la décision, DECITRAIT<sup>68,69</sup>. En particulier, ce projet démontre sur différents cépages une diminution moyenne de l'usage du cuivre à hauteur de 1.1kg/ha/an en comparaison à la pratique du viticulteur type travaillant les mêmes cépages et aux mêmes endroits, pour une même protection.

Dans son article, Speiser et ses collègues expriment aussi leur enthousiasme face à l'aide que peuvent apporter les outils de décision dans une démarche de réduction du cuivre :

<sup>65</sup> Entretien 7

<sup>66</sup> Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015) « Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures ». Recherche Agronomique Suisse, 2015, 6 (4), pp. 160-165. <https://orprints.org/id/eprint/28727/>.

<sup>67</sup> Entretien 8

<sup>68</sup> Davy A., (2019). "DeciTrait : un nouvel Outil d'Aide à la Décision dédié à la protection de la vigne", Fiche technique décembre 2019

<sup>69</sup> VignevinFrance. (2022). « Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le cuivre en viticulture ». Webinaire des Entretiens Vigne Vin Languedoc-Roussillon du 18 janvier 2022 organisé par l'IVF et le CIVL.

« L'efficacité de la réduction du dosage de cuivre peut être optimisée : les modèles prévisionnels permettent de faire coïncider le mieux possible les applications de cuivre avec les périodes d'infections anticipées. Les modèles utilisés en pratique sont, par exemple, RIMpro (tavelure de la pomme), Vitimeteo- Plasmopara (mildiou de la vigne) et phytoPRE (mildiou de la pomme de terre).»  
70

De façon plus nuancée, les intervenants rattachés aux organismes tels que l'INRAE ou l'ANSES<sup>71</sup> pensent que les outils de planification des traitements, prévisions, et amélioration de la précision de la pulvérisation peuvent aider à réduire l'utilisation du cuivre. De fait, leur plus-value existe mais reste limitée au cas d'année à pression mildiou faible à moyenne. Florian Beck-Hartweg s'accorde avec cette dernière perspective :

« Il est toujours intéressant d'avoir accès à des outils de prévision et des réunions dans les chambres d'agricultures pour avoir un meilleur aperçu de la pression des maladies. Par contre, ce n'est pas une bonne idée de les placer au centre de la réduction car cela ne permet pas de changer de modèle ; si on veut vraiment réduire par 2, 5 ou 10 l'utilisation du cuivre au lieu de 10% ça ne suffira pas. »  
72

Un autre constat attire l'attention des acteurs de l'agriculture biologique pour la réduction du cuivre : la précision des pulvérisations et la prophylaxie. En effet, selon la EU Copper Task Force<sup>73</sup>, « Il ne faut pas arrêter de chercher des alternatives : il faut chercher comment utiliser le cuivre aussi : les machines des viticulteurs dispersent 50% du cuivre appliqué ».



(2018). "Traitement des vignes en Ardèche."

Au-delà de la prévision des épisodes météorologiques, et de développement des maladies, la précision lors de la pulvérisation et la prophylaxie par les employés viticoles sont également questionnées en tant que leviers de réduction du cuivre. Ces concepts renvoient par exemple à des traitements localisés sur les feuilles, en encadrement de la floraison, de façon homogène, l'effeuillage des plants de vigne, etc... L'attention à porter à la pratique concrète du vigneron fait globalement consensus.

<sup>70</sup> Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015) « Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures ». Recherche Agronomique Suisse, 2015, 6 (4), pp. 160-165. <https://orgprints.org/id/eprint/28727/>.

<sup>71</sup> Entretien 2

<sup>72</sup> Entretien 8

<sup>73</sup> Entretien 4

Florian Beck-Hartweg<sup>74</sup> affirme que l'aération des feuillages et le respect de la plante constituent une étape clé de sa pratique pour lutter contre les maladies et donc limiter les traitements au cuivre. Ce point de vue est également soutenu par l'expert en SDP de l'INRAE<sup>75</sup>, qui explique qu'il est possible de réduire de 50% les traitements au cuivre en optimisant la pulvérisation. Des articles scientifiques<sup>76,77</sup> et un rapport publié par Alter Agri en 2009<sup>78</sup> soutiennent l'idée que les traitements localisés en début de saison ou au moment où la vigne est sensible démontrent une efficacité identique avec un nombre inférieur de traitements réalisés au total.

L'un des auteurs du rapport de l'Anses publié en 2021 au sujet de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques à base de cuivre en France reconnaît la valeur de l'expertise du viticulteur, mais il précise que les conditions pratiques d'accès aux parcelles cultivées et les conditions météorologiques peuvent limiter l'impact de cette expertise sur la réduction du cuivre :

« Pour une année donnée, l'expertise peut aider à réduire les quantités de cuivre utilisées. Mais la vigne a une croissance continue et la pluie contribue à enlever le cuivre donc cela force à retraiter. La capacité du vigneron à pouvoir rentrer dans les parcelles après les pluies, son habitude et ses connaissances pratiques contribuent à réduire l'utilisation »<sup>79</sup>

En revanche, il faut rappeler que selon un rapport de l'ITAB publié en 2014<sup>80</sup>, « il est difficile de faire la part entre les perturbations dues aux pratiques agricoles, de celles dues à ces facteurs naturels ».

Par ailleurs, il est certain que la pratique diffère de la théorie et pose des problèmes supplémentaires. Les pulvérisations précises nécessitent plus de matériel, ou de meilleure qualité, ou bien plus de main d'œuvre. Cela constitue un coût plus élevé. En particulier, l'augmentation de la main d'œuvre et du temps de travail dans les vignes ne sont pas toujours adaptées à des grandes exploitations, comme le mentionne le viticulteur que nous avons interviewé<sup>81</sup>, et différents rapports ou articles scientifiques publiés<sup>82, 83, 84</sup>.

Face à la difficulté de trouver des substituts au cuivre, ou d'en réduire l'usage via la pratique du viticulteur, faut-il toujours chercher une alternative ou bien travailler sur le cuivre en lui-même ?

### ▪ Réduire le cuivre ... par le cuivre !

Lors de notre entretien avec les représentants de la EU Copper Task Force, ces derniers ont mentionné qu'à défaut d'avoir des alternatives efficaces ou des pratiques permettant de réduire drastiquement l'usage du cuivre,

<sup>74</sup> Entretien 8

<sup>75</sup> Entretien 6

<sup>76</sup> Limbourg, Quentin, Vincent Cesar, et Laurent Jamar. (2015). "EVALUATION DE DEUX STRATEGIES VISANT A REDUIRE L'USAGE DU CUIVRE EN PRODUCTION BIOLOGIQUE DE POMME DE TERRE ET DE FRUITS A PEPINS". In Proceedings of Journée de la recherche à l'action en agriculture biologique, 1-121. Gembloux, Belgium: Centre wallon de recherches agronomiques, 2015. <https://orgprints.org/id/eprint/51995/>.

<sup>77</sup> Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015) « Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures ». Recherche Agronomique Suisse, 2015, 6 (4), pp. 160-165. <https://orgprints.org/id/eprint/28727/>.

<sup>78</sup> Gomez C. "Bilan du projet européen REPCO 2004-2007 : Alternative au cuivre dans la maîtrise du mildiou de la vigne". AlterAgri, 1 mars 2009.

<sup>79</sup> Anses. (2022). Cartographie des utilisations des produits phytopharmaceutiques à base de cuivre en France en considérant leur application en agriculture biologique et conventionnelle. (saisine 2021 AUTO-0060). Maisons-Alfort : Anses, 133 p.

<sup>80</sup> Berthier C. Chovelon, ITAB (2013). "Argumentaire pour le maintien d'une dose efficace de cuivre en viticulture", dossier technique

<sup>81</sup> Entretien 8

<sup>82</sup> Cellule d'Animation Nationale DEPHY Ecophyto. (2023). "Synthèse nationale des données DEPHY FERME Viticulture sur la période 2017-2020". 62p

<sup>83</sup> Entretien 2

<sup>84</sup> Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015). « Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures ». Recherche Agronomique Suisse, 2015, 6 (4), pp. 160-165. <https://orgprints.org/id/eprint/28727/>.

des recherches sur le cuivre en tant que tel sont actuellement menées. L'idée étant donc de trouver des façons de limiter le dépôt de cuivre dans les sols.

“La plupart du cuivre répandu lors de traitements finit dans le sol et n'est donc pas efficace. Les nanoparticules pourraient être une solution”<sup>85</sup>

Bien que ce point n'ait pas été développé en détail avec les autres personnes interrogées, nous avons remarqué par le biais de nos propres recherches quantitatives l'émergence d'un cluster sur les nanoparticules dans la littérature scientifique (en rouge sur la figure ci-dessous).

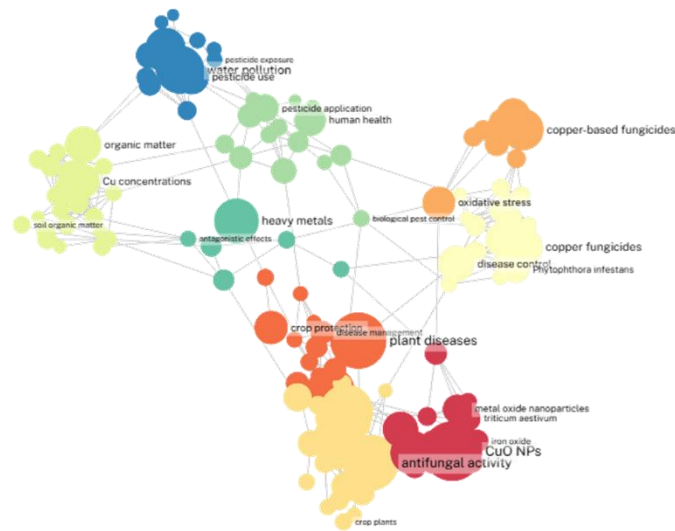


Figure 1 : Cartographie des termes les plus employés dans la controverse. Corpus Scopus extrait à partir des mots-clefs “cuivre”, “agriculture” et “fongicide” puis traité via Cortex (voir partie Matériaux et méthodes). Crédit photo : Cortex

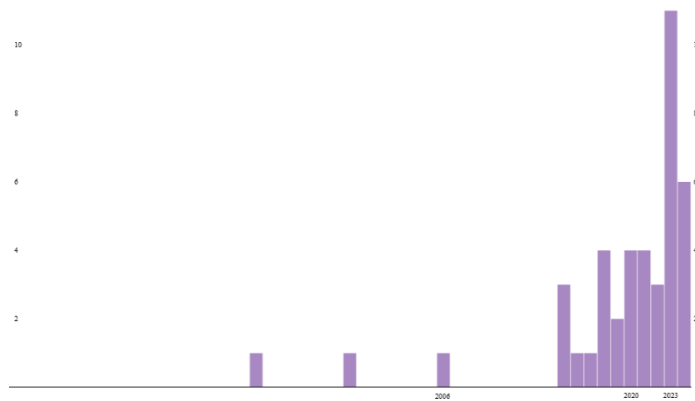


Figure 2 : Nombre d'articles mentionnant des “copper nanoparticles (CuNPs)” entre 1990 et 2024. Corpus Scopus extrait à partir des mots-clefs “cuivre”, “agriculture” et “fongicide” puis traité via Cortex (voir partie Matériaux et méthodes). Crédit photo : Cortex

<sup>85</sup> Entretien 4

Compte-tenu de la Figure 2 et du caractère récent des publications – s'étalant entre 2015 et aujourd'hui, avec un pic en 2023 - nous pouvons supposer que c'est une solution de plus en plus étudiée et qui pourrait à l'avenir entrer dans le débat de manière plus vive, constituant une amélioration possiblement valide. L'utilité de ces nanoparticules est d'augmenter la biodisponibilité du cuivre en augmentant la surface de contact entre le cuivre et les plantes. Cela pourrait permettre d'utiliser moins de métal lors des traitements.

Malgré l'idée que les nanoparticules de cuivre pourraient permettre de réduire les quantités de métal utilisées, elles rencontrent les mêmes inquiétudes socio-environnementales que les autres formes du cuivre auxquelles s'ajoutent les préoccupations sur les nanoparticules. Ainsi, selon une revue publiée par Tortella et al.<sup>86</sup> ces nanoparticules peuvent avoir un effet toxique sur les plantes traitées, en raison de leur capacité à passer à travers les tissus de ces végétaux. C'est notamment le cas pour les légumes verts à feuilles comme la salade. Cette revue ajoute également que les nanoparticules semblent affecter les microorganismes du sol, comme mentionné précédemment dans ce rapport. Ces préoccupations sont partagées par Avicenn, association de veille et d'information civique sur les enjeux des nanosciences et nanotechnologies :

“Les nanomatériaux, du fait de leur petite taille, sont très mobiles et peuvent traverser les barrières de protection des cellules végétales et peuvent causer des dommages non négligeables sur la flore et la faune, notamment les micro-organismes de certains sols”<sup>87</sup>

De plus, la question de la Santé humaine est à nouveau considérée. Un article du Centre d'Énergie Atomique (CEA) datant de 2014 révèle que les nanoparticules de cuivre réagissent avec le foie, sans toutefois pouvoir statuer sur leur niveau de cytotoxicité.<sup>88</sup> Par ailleurs, une publication de 60 Millions de consommateurs<sup>89</sup> démontre l'inquiétude des consommateurs vis-à-vis de ces nanoparticules lorsqu'elles sont retrouvées dans les aliments. Si le cuivre n'est pas directement cité, il n'en reste pas moins que cette forme risque d'être sujette à controverse si elle est massivement utilisée. Enfin, concernant la santé des agriculteurs et travailleurs agricoles, l'avecenn ajoute :

“Vu les risques sanitaires associés aux nanomatériaux, il y a lieu de s'inquiéter et de prendre les mesures de prévention et de précaution qui s'imposent. En 2020, des chercheurs ont ainsi mis en garde sur le fait que l'évaluation de l'efficacité des équipements de protection ne prend pas en compte les nanomatériaux et les effets à faible dose”<sup>90</sup>

Un autre obstacle à l'heure actuelle semble être le coût et la mise en œuvre des procédés de fabrication : les recherches proposant des nouvelles méthodes de synthèse commencent à se multiplier.

## ▪ Quid de la dépollution des sols ?

<sup>86</sup> Tortella et al. (2024). « Copper nanoparticles as a potential emerging pollutant: Divergent effects in the agriculture, risk-benefit balance and integrated strategies for its use ». *Emerging Contaminants* 10, no 4 (1 décembre 2024): 100352. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2024.100352>.

<sup>87</sup> VeilleNanos. « VeilleNanos - Risques des nanos dans l'agriculture », mars 2024. <https://veillenanos.fr/dossier/dossier-risques-environnement/risques-agriculture/>. [Consulté le 13 janvier 2024]

<sup>88</sup> CEA. « Le foie réagit aux nanoparticules de cuivre ». Actualité : Fait marquant : Résultat scientifique. CEA/Fabrique de savoirs. CEA, 17 avril 2014. <https://www.cea.fr/drf/Pages/Actualites/En-direct-des-labos/2014/Le-foie-reagit-aux-nanoparticules-de-cuivre.aspx>. [Consulté le 13 janvier 2024]

<sup>89</sup> 60 Millions de Consommateurs. « Nanoparticules dans les aliments : la loi du silence », 19 mars 2015. <https://www.60millions-mag.com/2015/03/19/nanoparticules-dans-les-aliments-la-loi-du-silence-7988>. [Consulté le 13 janvier 2024]

<sup>90</sup> VeilleNanos. « VeilleNanos - Risques des nanos dans l'agriculture », mars 2024. <https://veillenanos.fr/dossier/dossier-risques-environnement/risques-agriculture/>. [Consulté le 13 janvier 2024]

À défaut d'utiliser moins de cuivre, il est également envisagé de dépolluer les sols contaminés. Différents acteurs explorent l'utilisation de plantes afin de dépolluer les terres viticoles. Récemment, l'Institut du Vin Français a publié un communiqué de presse<sup>91</sup> portant sur la capacité de la chicorée à extraire le cuivre des sols de vigne.

Mais si l'absorption de cuivre par certaines plantes a été démontrée, les quantités de cuivre absorbées sont trop faibles vis-à-vis des apports phytosanitaires, comme le souligne l'IVF. Cette observation fait largement consensus parmi les différents acteurs que nous avons pu interroger. En revanche, le fait de recouvrir les sols est un processus adopté facilement par les viticulteurs puisqu'il présente des bénéfices divers et protège les terres de manière générale, comme l'explique le référent en agriculture biologique à l'IVF qui a accepté de nous parler :

« Du point de vue du viticulteur, la pratique de semer des plantes pour diverses raisons se développe beaucoup, donc si on avait trouvé une plante miraculeuse capable de dépolluer massivement, beaucoup de viticulteurs l'auraient plantée »<sup>92</sup>

La directrice scientifique de Novasol Expert<sup>93</sup> va même plus loin : selon elle, le cuivre est quasiment impossible à extraire du sol pour le dépolluer.

### ▪ **Enfin, comment changer les pratiques ?**

Les recherches amorcées dans les années 1990 n'ont encore pas fait émerger de substance susceptible de remplacer le cuivre, comme le souligne en 2018 le rapport de la chambre d'agriculture des Pyrénées orientales.

« Pour l'instant, aucune alternative en lutte biologique efficace n'a été trouvée pour remplacer totalement l'usage du cuivre : l'heure est donc à la limitation et au raisonnement des doses afin de limiter son accumulation dans les sols »<sup>94</sup>

Si les chercheurs, agriculteurs, et organismes publics s'accordent quant à l'impossibilité actuelle de substituer au cuivre une autre substance tout aussi efficace, les mesures à mettre en place font débat. Les espoirs et spéculations des différents acteurs divergent largement ; l'expert en Santé des plantes et de l'Environnement de l'INRA que nous avons interrogé nous explique que « cela fait trente ans que l'on cherche une solution pour substituer le cuivre, mais nous n'y parvenons pas »<sup>95</sup>. La EU Copper Task Force<sup>96</sup> s'accorde avec ce constat et se montre pessimiste vis-à-vis de la découverte d'un produit pouvant égaler l'efficacité du minéral, et homologué en bio. De son côté, la représentante de Novasol Experts insiste quand même sur le fait « qu'il va falloir avoir des alternatives car le cuivre va continuer à s'accumuler dans les sols »<sup>97</sup>.

Cependant, tous les leviers de réduction du cuivre dont nous avons parlé précédemment posent la question de leur acceptabilité par les agriculteurs, et viticulteurs en particulier. En effet, ils nécessitent toujours plus de main d'œuvre, un coût financier supérieur, ou une expertise avancée pour être efficaces dans leur mise en place. Pour ces raisons, des voix s'élèvent parmi les chercheurs et viticulteurs au sujet du partage des responsabilités entre les différents acteurs. Les agriculteurs biologiques semblent être les acteurs majeurs de la réduction de l'usage du cuivre mais il leur est difficile d'en assumer l'entière responsabilité. Les dynamiques de pouvoir de la filière font que de nombreux autres acteurs ont une plus grande capacité d'action.

<sup>91</sup> Institut Français de la Vigne et du Vin. « La chicorée pour dépolluer le cuivre », 16 juillet 2024

<sup>92</sup> Entretien 2

<sup>93</sup> Entretien 5

<sup>94</sup> Cuegniet A., Chambre d'agriculture Pyrénées-Orientales. (2020). « Le cuivre en viticulture biologique ».

<sup>95</sup> Entretien 6

<sup>96</sup> Entretien 4

<sup>97</sup> Entretien 5

Les solutions proposées peuvent être classées en deux catégories principales : les solutions de substitution du cuivre et les solutions de reconception de la pratique agricole. En termes d'acceptabilité, les solutions de substitution priment toujours car il suffit de remplacer le produit dans le pulvérisateur ; c'est pour cette raison que les pouvoirs publics poussent leur développement malgré l'absence de résultats satisfaisants<sup>98</sup>. À l'opposé, les solutions de reconception rencontrent des freins structurels à leur développement et leur mise en place. Au-delà des obstacles purement techniques, l'agriculteur fait face à des difficultés tout au long de la chaîne de valeur. D'une part, les cahiers des charges énoncés par les industriels ne laissent pas de place au changement ; c'est par exemple le cas pour la production de pommes de terre qui est en général soumise à un contrat qui ne permet pas d'utiliser des variétés résistantes, comme nous l'a expliqué un directeur de recherche de l'INRAE<sup>99</sup>. D'autre part, les organismes d'appellation (AOP, AOC...), pointés par un conseiller viticole de la Chambre d'Agriculture du Pays de la Loire<sup>100</sup>, représentent un réel frein à l'emploi de méthodes alternatives (bâches, variétés résistantes...).

Le consommateur constitue également une limite au changement, comme l'illustre l'article publié par Speiser et al. au sujet de l'utilisation du cuivre en bio :

« Diverses variétés résistantes de pommiers, requérant une utilisation minimale de cuivre, sont également disponibles. La culture de ces variétés est cependant freinée par les besoins du marché, par exemple par la demande de la variété Gala, très appréciée, mais sensible à la tavelure. »<sup>101</sup>

Ce constat est partagé par le porte-parole de Générations Futures que nous avons interviewé<sup>102</sup>, selon lequel les consommateurs doivent avoir des exigences réalistes par rapport aux méthodes de culture, qui pourraient par exemple permettre aux agriculteurs de changer de variétés. Ces exigences sont d'autant plus élevées en ce qui concerne le vin et dans une moindre mesure la pomme, produits dont la qualité est valorisée et prévaut sur la quantité. Néanmoins, il constate une baisse des exigences qui accompagne un changement de mentalités face à la menace du dérèglement climatique. Au-delà de simples habitudes de consommation, il affirme que le cuivre est faussement accusé d'être cancérigène, notamment par certains journalistes défavorables à l'agriculture bio.

Face à cette multiplicité d'acteurs, on peut estimer à l'instar de l'expert en santé des plantes mentionné plus haut que le levier réglementaire est le seul capable d'engendrer une révolution des pratiques. En effet, en l'absence d'approvisionnement, tous les acteurs de la chaîne de valeur seront forcés de repenser la production, là où l'exploitant seul ne peut assumer cette prise de risque. La responsabilité du changement incomberait donc principalement aux législateurs. Cependant, face au risque de voir les conséquences de ces changements se reporter sur les vignerons, le secrétaire général de la Fédération Nationale d'Agriculture Biologique en appelle à "un accompagnement fort des pouvoirs publics"<sup>103</sup>.

Cette vulnérabilité des agriculteurs face aux solutions aussi bien réglementaires que de reconception des pratiques n'est pas sans conséquences sur la réponse politique apportée à cette controverse. Alexis Aulagnier, docteur en sociologie, explique en conclusion de son chapitre de l'ouvrage *Écologies : le vivant et le social*<sup>104</sup> que privilégier l'approche substitutive permet de promettre une solution qui ne changera rien à l'organisation actuelle

<sup>98</sup> Entretien 7

<sup>99</sup> Entretien 7

<sup>100</sup> Entretien 10

<sup>101</sup> Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015). « Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures ». Recherche Agronomique Suisse, 2015. <https://orgprints.org/id/eprint/28727/>.

<sup>102</sup> Entretien 11

<sup>103</sup> Humbert F. UFC Que Choisir. "Agriculture biologique - Le cuivre sur la sellette". 27 novembre 2018.

<sup>104</sup> Aulagnier A. (2023) « Existe-t-il vraiment des alternatives aux pesticides ? » Dans *Écologies, le vivant et le social*, Coordonné par Boursier, P. et Guimont, C. p.190-196. La Découverte.



de la production, évitant ainsi les polémiques ; cependant, elle masque également les solutions systémiques à ce problème, nécessitant un changement d'organisation, plus contraignantes mais peut-être plus sensées.

C'est à un tel changement qu'appelle Florian Beck-Hartweg, viticulteur clairement engagé en faveur d'une réorganisation complète et en profondeur du système d'exploitation viticole :

« La plupart des agriculteurs attendent un autre produit pour remplacer le cuivre alors qu'il faudrait changer l'ensemble du système. »<sup>105</sup>

Cette position est partagée par le membre de Générations futures<sup>106</sup> pour qui la sortie du cuivre doit prendre la forme d'un projet global sur toute la filière. De même, le chercheur spécialiste des pollutions des sols avec qui nous avons discuté<sup>107</sup> envisage de repenser complètement le système et la pratique bio. Selon lui, maintenir le même rendement et la même productivité est en fait une volonté politique de croissance économique qu'il est possible de remettre en question. Actuellement, les rendements sont le seul prisme à travers lequel la question est traitée dans l'arène politique, y compris par la FNSEA, principal syndicat agricole, qui s'oppose à une réduction des rendements et donc des intrants. Ceci empêche un débat général sur la place des pesticides, quitte à instaurer des dérogations comme pour le cuivre. Sans alternative au cuivre, la question devrait justement être déplacée aux valeurs productivistes de la filière agricole et plus généralement de la société, en intégrant toute la chaîne des acteurs, du vigneron au consommateur.

## ■ Conclusion

L'utilisation de produits phytosanitaires à base de cuivre existe depuis la création de la bouillie bordelaise à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et sert à traiter les maladies causées par certains champignons. A la différence de l'Agriculture Conventionnelle qui, elle, peut utiliser des produits pesticides de synthèse pétrosourcés, l'Agriculture Biologique dépend très fortement du cuivre pour préserver des rendements acceptables économiquement en particulier en cas de forte pression mildiou.

Néanmoins, le cuivre est un métal lourd dont les effets néfastes sur l'environnement et la santé sont questionnés. De manière générale, il est accepté que le cuivre peut avoir des impacts délétères sur l'Environnement et la Santé, mais l'objet des débats repose sur les doses à partir desquelles sa toxicité est avérée.

Si les impacts négatifs sur les populations microbiennes des sols sont peu contestés, la toxicité du cuivre sur les organismes aquatiques est controversée. Ensuite, la notion d'accumulation du cuivre dans les sols au fur et à mesure des années est primordiale. Heureusement, les teneurs de cuivre requises rendant impossible la croissance des plantes sont très élevées et n'ont été atteintes que très rarement. Néanmoins, les études statuant sur l'écotoxicité générale du cuivre en fonction de certaines doses sont souvent critiquées, notamment par les représentants de la EU Copper Task Force, en raison de leur manque de représentativité des conditions réelles des sols et des organismes impactés, ou du fait que les doses étudiées varient trop grandement. De plus, l'écotoxicité du cuivre dans les sols dépend des types de sols et de la biodisponibilité du cuivre, des mécanismes qui font l'objet de débats d'experts scientifiques. Vis-à-vis de la santé humaine, l'ensemble des acteurs considère que le cuivre présente peu de danger si des équipements de protection individuelle sont portés.

Face à ces risques, l'Union Européenne s'est donc positionnée selon un principe de précaution. Elle a voté successivement des lois visant à réduire les quantités de cuivre utilisées ce qui a provoqué l'inquiétude des agriculteurs bios qui pourraient se retrouver contraint de revenir en conventionnel pour survivre économiquement.

<sup>105</sup> Entretien 4

<sup>106</sup> Entretien 11

<sup>107</sup> Entretien 1

En réponse à cette législation, les départements de R&D des entreprises et les chercheurs académiques ont tenté de trouver de nouvelles molécules biosourcées pour substituer le cuivre. Néanmoins, la plupart des acteurs interrogés s'accordent pour dire qu'aucun autre produit ne présente une efficacité proche ou égale à celle du cuivre. Par conséquent, de nouvelles méthodes sont considérées pour réduire les doses de cuivre utilisées en agriculture biologique. Ces méthodes variées peuvent consister à utiliser des outils prédictifs pour savoir quand traiter les cultures, installer des bâches, espacer et aérer davantage les plants, ou encore changer de variétés.

Cependant, bien que ces autres options soient considérées comme des leviers de réduction du cuivre efficaces par une majorité des acteurs (scientifiques, EU Copper Task Force et agriculteurs), il apparaît qu'elles ne sont pas suffisantes pour adresser le problème. En effet, ces solutions nécessitent une attention et un travail accrus des agriculteurs qui sont fortement restreints par l'organisation actuelle de la production et distribution agricole, des contrats aux attentes des consommateurs en passant par les revenus. En conséquence, à l'instar du secrétaire viticulture de la FNAB, certains producteurs s'opposent à une réduction des doses réglementaires sans un accompagnement des pouvoirs publics. Face au risque de voir tout changement législatif se répercuter sur les agriculteurs, maillon vulnérable de la chaîne agricole, des acteurs de situations variées, expert, militant et producteur, plaident pour une réorganisation profonde de la filière en remettant en cause le paradigme productiviste qui motive ses décisions. Cela implique également de considérer un dernier type d'acteur, absent jusqu'alors des discussions : les consommateurs.

## ■ Matériel et méthodes

Le présent travail résulte tout d'abord d'une analyse de la presse nationale et internationale, depuis les années 2000, au sujet de l'utilisation du cuivre en agriculture, en tant que fongicide notamment. La base de données Europresse a été consultée au moyen de deux équations de recherches différentes : " cuivre & fongicide & agriculture biologique " et " cuivre & agriculture & santé ". Les corpus de documents recueillis pour chaque équation ont fait l'objet d'une analyse sémantique avec la plateforme CorText. Notre étude bibliographique a été complétée par la lecture et l'analyse d'articles scientifiques issus du domaine de la biologie, de la chimie ou encore de l'agriculture. Pour ce faire, d'autres bases de données plus appropriées (Scopus et Web of Science) ont été consultées avec les équations de recherche suivantes : " copper & fungicide & agriculture ", "copper & agriculture & substitution & reduction", " copper & agriculture & alternative ", " copper & ecotoxicity & soil " et " copper & agriculture & human health ". Cette phase a permis de cerner les principaux points de discussion entre acteurs, mais aussi de repérer les enjeux de réglementation et les questionnements scientifiques soulevés. Les regroupements de termes nous ont permis d'identifier de nouveaux acteurs de la controverse et de nouvelles notions en lien avec la réduction de l'utilisation du cuivre en agriculture.

Le corpus de documents étudiés comprend également des rapports issus des acteurs directement impliqués dans l'évaluation de l'impact de l'utilisation du cuivre comme ceux de l'ANSES, de l'INRA, ou encore de la chambre d'agriculture des Pyrénées-Orientales.

Ce travail initial a permis l'élaboration de grilles de questions adressées à divers acteurs de la controverse analysée, au cours d'entretiens semi-directifs. Les témoignages de ces acteurs, qui occupent tous des fonctions différentes, ont été retranscrits puis analysés, et des extraits pertinents ont été exploités dans ce document. Nous avons eu l'occasion d'échanger avec :

- Entretien 1 : Biogéochimiste spécialisé en pollution des sols - CNRS de Strasbourg
- Entretien 2 : Référent agriculture biologique à l'Institut du Vin Français
- Entretien 3 : Ingénieur de recherche en agronomie à l'INRAE et expert rapport ANSES
- Entretien 4 : Représentants de la EU Copper Task Force
- Entretien 5 : Directrice scientifique chez Novasol Expert
- Entretien 6 : Spécialiste de l'étude des stimulateurs de défense des plantes à l'INRAE
- Entretien 7 : Directeur de recherche à l'INRAE dans le département Santé des plantes et environnement de Rennes
- Entretien 8 : Florian Beck-Hartweg, vigneron biologique en Alsace
- Entretien 9 : Professeur en biochimie – Université de Perpignan - et expert en phytochimie et en métabolomique
- Entretien 10 : Ingénieur territorial du réseau Dephy et conseiller viticole à la chambre d'agriculture du Pays de la Loire
- Entretien 11 : Porte-parole de l'association Générations Futures

Il convient toutefois de souligner que notre enquête a été effectuée dans un laps de temps assez restreint - trois mois - et que le corpus de témoignages aurait gagné à être enrichi. Nous regrettons par exemple l'absence de témoignages de viticulteurs et autres agriculteurs produisant de façon biologique ou non. Nous aurions également voulu discuter avec des législateurs impliqués sur les questions de réduction du cuivre, mais nous n'avons malheureusement pas eu le temps de nous entretenir avec de tels acteurs.

## ■ Références

### ■ Articles de presse généraliste / presse professionnelle

- Institut Français de la Vigne et du Vin. « La chicorée pour dépolluer le cuivre », 16 juillet 2024. <https://www.vignevin.com/article/vitalicuire/>. [Consulté le 12 janvier 2025]
- Valentin K., “Le sulfate de cuivre blanchi”, Les Echos, no. 23887, Supplément p.3, lundi 30 janvier 2023
- Humbert F. UFC Que Choisir. “Agriculture biologique - Le cuivre sur la sellette”. 27 novembre 2018. <https://www.quechoisir.org/actualite-agriculture-biologique-le-cuivre-sur-la-sellette-n60934/>. [Consulté le 12 janvier 2025]
- Rivière F., “Cette réglementation européenne qui menace la viticulture biologique, dans la plus grande indifférence”. Le Figaro Vin, 3 janvier 2024. <https://avis-vin.lefigaro.fr/economie-du-vin/viticulture/o157090-cette-loi-europeenne-qui-entrave-l-agriculture-biologique>. [Consulté le 12 janvier 2025]
- Gomez C. “Bilan du projet européen REPCO 2004-2007 : Alternative au cuivre dans la maîtrise du mildiou de la vigne”. AlterAgri, 1 mars 2009. <https://orgprints.org/id/eprint/35004/>.
- CEA. « Le foie réagit aux nanoparticules de cuivre ». Actualité : Fait marquant : Résultat scientifique. CEA/Fabrique de savoirs. CEA, 17 avril 2014. <https://www.cea.fr/drfr/Pages/Actualites/En-direct-des-labos/2014/Le-foie-reagit-aux-nanoparticules-de-cuivre.aspx>. [Consulté le 13 janvier 2024]
- 60 Millions de Consommateurs. « Nanoparticules dans les aliments : la loi du silence », 19 mars 2015. <https://www.60millions-mag.com/2015/03/19/nanoparticules-dans-les-aliments-la-loi-du-silence-7988/> [Consulté le 13 janvier 2024]
- VeilleNanos. « VeilleNanos - Risques des nanos dans l’agriculture », mars 2024. <https://veillenanos.fr/dossier/dossier-risques-environnement/risques-agriculture/>. [Consulté le 13 janvier 2024]
- Générations Futures. “L’agriculture biologique utilise-t-elle des substances problématique ? - focus sur le cuivre.”, juillet 2023. <https://www.generations-futures.fr/faq/bio-cuivre/> [Consulté le 13 janvier 2024]

### ■ Articles scientifiques

- Dagostin, Silvia, Hans-Jakob Schärer, Ilaria Pertot, et Lucius Tamm. (2011). “Are there alternatives to copper for controlling grapevine downy mildew in organic viticulture?”, Crop Protection 30, no 7 (1 juillet 2011): 776-88. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.02.031>.
- B. Karimi et al., (2021). “Ecotoxicity of copper input and accumulation for soil biodiversity in vineyards”. Environ Chem Lett, vol. 19, no 3, p. 2013-2030, juin 2021, doi: [10.1007/s10311-020-01155-x](https://doi.org/10.1007/s10311-020-01155-x).
- G. Imfeld, J. Duplay, et S. Payraudeau. (2021). “Prise en compte du stockage et de la disponibilité du cuivre dans les sols viticoles pour en évaluer son écotoxicité”, Étude et Gestion des Sols, vol. 28, no 1, p. 181-185, 2021. <https://hal.science/hal-03379002v1>
- B. I. Camara, R. Yamapi, et H. Mokrani. (2017). “How do copper contamination pulses shape the regime shifts of phytoplankton-zooplankton dynamics?”, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, vol. 48, p. 170-178, juill. 2017, doi: [10.1016/j.cnsns.2016.12.009](https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2016.12.009).
- Limbourg, Quentin, Vincent Cesar, et Laurent Jamar. (2015). “EVALUATION DE DEUX STRATEGIES VISANT A REDUIRE L’USAGE DU CUIVRE EN PRODUCTION BIOLOGIQUE DE POMME DE TERRE ET DE FRUITS A PEPINS”. In Proceedings of Journée de la recherche à l’action en agriculture biologique, 1-121. Gembloux, Belgium: Centre wallon de recherches agronomiques, 2015. <https://orgprints.org/id/eprint/51995/>.
- Speiser, Bernhard, Esther Mieves, et Lucius Tamm. (2015). “Utilisation de cuivre par les paysans bio suisses dans différentes cultures”. Recherche Agronomique Suisse, 2015, 6 (4), pp. 160-165. <https://orgprints.org/id/eprint/28727/>.

- Authority (EFSA), European Food Safety. (2008). "Conclusion Regarding the Peer Review of the Pesticide Risk Assessment of the Active Substance Copper Compounds". EFSA Journal 6, no 10 (2008): 187r. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.187r>.
- Tortella et al. (2024). « Copper nanoparticles as a potential emerging pollutant: Divergent effects in the agriculture, risk-benefit balance and integrated strategies for its use ». Emerging Contaminants 10, no 4 (1 décembre 2024): 100352. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2024.100352>.
- Ballabio C., Panagos P., Lugato E., Huang J.H., Orgiazzi A., Jones A., Fernández-Ugalde O., Borrelli P., Montanarella L., 2018. "Copper distribution in European topsoils: An assessment based on LUCAS soil survey." Sci. Total Environ. 636, 282–298 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.268>

## ■ Chapitres d'ouvrage

- Aulagnier A. (2023) « Existe-t-il vraiment des alternatives aux pesticides ? » Dans Écologies, le vivant et le social, Coordonné par Boursier, P. et Guimont, C. p.190-196. La Découverte. <https://doi.org/10.3917/dec.bours.2023.01.0190>.

## ■ Littérature grise

Nom Initial de(s) l'auteur(s) et/ou nom de l'institution d'où émane le document. (Année). *Titre*. Lieu d'édition : éditeur, nombre de pages. Disponible sur URL. [Consulté le ...]

- Cuegniet A., Chambre d'agriculture Pyrénées-Orientales. (2020). « Le cuivre en viticulture biologique ». <https://po.chambre-agriculture.fr/actualites/detail-de-lactualite/actualites/le-cuivre-en-viticulture-biologique/>. [Consulté le 12 octobre 2024]
- ANSES. (2006). « Evaluation des risques sanitaires liés au dépassement de la limite de qualité du cuivre dans les eaux destinées à la consommation humaine ». 11p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX-Fi-CuivreMars06.pdf>.
- Briand, P., Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). (2005). « Afssa – Saisine n° 2005-SA-0335 ». <https://www.anses.fr/fr/system/files/ALAN2005sa0335.pdf>. [Consulté le 8 janvier 2025]
- Ministère de l'Agriculture. (2023). « La Certification en Agriculture Biologique ». <https://agriculture.gouv.fr/la-certification-en-agriculture-biologique>. [Consulté le 12 janvier 2025]
- Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Decognet V., Fabre F., Gary C., Grenier A.S., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., INRA. (2018). "Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?" Rapport d'expertise scientifique collective, INRA, 185 p. <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/expertise-cuivre-en-ab-rapport-final-fr-1.pdf>. [Consulté le 19 décembre 2024]
- Davy A., (2019). "DeciTrait® : un nouvel Outil d'Aide à la Décision dédié à la protection de la vigne", Fiche technique décembre 2019. <https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2020/03/fiche-DeciTrait.pdf>. [Consulté le 29 octobre 2024]
- Anses. (2022). "Cartographie des utilisations des produits phytopharmaceutiques à base de cuivre en France en considérant leur application en agriculture biologique et conventionnelle". (saisine 2021 AUTO-0060). Maisons-Alfort : Anses, 133 p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/MISSES2021AUTO0060Ra.pdf>.
- Berthier C. Chovelon, ITAB (2013). "Argumentaire pour le maintien d'une dose efficace de cuivre en viticulture", dossier technique. [https://ecophytopic.fr/sites/default/files/actualites\\_doc/Dossier%20cuivre%20en%20AB.pdf](https://ecophytopic.fr/sites/default/files/actualites_doc/Dossier%20cuivre%20en%20AB.pdf)
- Cellule d'Animation Nationale DEPHY Ecophyto. (2023). "Synthèse nationale des données DEPHY FERME Viticulture sur la période 2017-2020". 62p. <https://ecophytopic.fr/sites/default/files/2023-10/Synth%C3%A8se%20DEPHY%20Viticulture%202023%20-%20version%20courte.pdf>

- Institut National de Recherche et de Sécurité. (2013). « Cuivre et composés (FT 294). Généralités - Fiche toxicologique - INRS ». [https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX\\_294](https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_294). [Consulté le 20 décembre 2024].
- IFOAM EU GROUP. (2018). "Strategy for the minimisation of copper in organic farming in Europe". 11p. [https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2020/10/ifoam\\_eu\\_copper\\_minimisation\\_in\\_organic\\_farming\\_may2018\\_0.pdf?dd](https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2020/10/ifoam_eu_copper_minimisation_in_organic_farming_may2018_0.pdf?dd)
- Fédération Nationale Agriculture Biologique. (2022). « COMMENT SE COMPORTE LE CUIVRE DANS LES SOLS VITICOLES FRANÇAIS ? ». Livret du Projet Basic . [https://www.produire-bio.fr/wp-content/uploads/2022/10/Basic\\_Ccomment\\_se\\_comporte\\_le\\_cuivre\\_dans\\_les\\_sols\\_viticoles\\_francais\\_compresse.pdf](https://www.produire-bio.fr/wp-content/uploads/2022/10/Basic_Ccomment_se_comporte_le_cuivre_dans_les_sols_viticoles_francais_compresse.pdf)
- Denaix, L., A. Comestaz, A. Berneau, P.-A. Salaun, et J. Wright, Fédération Nationale d'Agriculture Biologique. (2022) « Comment se comporte le cuivre dans les sols viticoles français ? » Rapport d'étude, 8p. [https://www.produire-bio.fr/wp-content/uploads/2022/10/Basic\\_Ccomment\\_se\\_comporte\\_le\\_cuivre\\_dans\\_les\\_sols\\_viticoles\\_francais\\_compresse.pdf](https://www.produire-bio.fr/wp-content/uploads/2022/10/Basic_Ccomment_se_comporte_le_cuivre_dans_les_sols_viticoles_francais_compresse.pdf).
- Règlement (CEE) n° 2092/91 du Conseil. (1991). "Règlement (CEE) n° 2092/91 du Conseil, du 24 juin 1991, concernant le mode de production biologique de produits agricoles et sa présentation sur les produits agricoles et les denrées alimentaires". Code 198 OJ L §. <http://data.europa.eu/eli/reg/1991/2092/oj/fra>. [Consulté le 8 janvier 2025]
- RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) 2018/1981 DE LA COMMISSION du 13 décembre 2018 renouvelant l'approbation des substances actives «composés de cuivre» comme substances dont on envisage la substitution, conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant l'annexe du règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1981&rid=3>. [Consulté le 12 janvier 2025]
- Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (2023) « Infographie - L'agriculture biologique (chiffres 2023) ». <https://agriculture.gouv.fr/infographie-lagriculture-biologique>. [Consulté le 13 janvier 2025]

## ■ Films (documentaire, fiction, ...)

- VignevinFrance. (2022). « Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le cuivre en viticulture ». Webinaire des Entretiens Vigne Vin Languedoc-Roussillon du 18 janvier 2022 organisé par l'IVF et le CIVL. <https://www.youtube.com/watch?v=6YmoYZvgMbk>. [Consulté le 24 octobre 2024]

## ■ Images, photographies, tableaux et graphiques

- (2016). "Myrtilles avec des feuilles vertes pendant la journée". [Photo]. Domaine public (CCO). Disponible sur [Myrtille Avec Des Feuilles Vertes Pendant La Journée · Photo gratuite](#). [Consulté le 19/12/2024]
- (2019). "Oidium vigne". [Photo]. Olivier Lemoine (Photographe viticole : <https://Photo-Terroir.fr/>) Licence CC. Disponible sur <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=mildiou+vigne&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image> [Consulté le 15/01/2025]
- (2018). "Traitement des vignes en Ardèche.". [Photo]. Luigifab.Licence CC. Disponible sur <https://openverse.org/image/e5cf640b-4b6c-4cd8-9a14-1192668e02f9?q=pesticides+vigne&p=3> [Consulté le 15/01/2025]

## ■ Glossaire

<b>SDP</b>	Stimulation de Défense des Plantes
<b>EU</b>	European Union (Union Européenne)
<b>IVF</b>	Institut du Vin Français
<b>AB</b>	Agriculture Biologique
<b>AC</b>	Agriculture Conventionnelle
<b>FNAB</b>	Fédération Nationale des Agriculteurs Bio
<b>Cu</b>	Cuivre
<b>ITAB</b>	Institut technique de l'agriculture et de l'alimentation biologique
<b>EPI</b>	Equipement de Protection Individuelle
<b>PNEC</b>	Predictive non effect concentration
<b>SIR</b>	Suivi individuel renforcé
<b>EDTA</b>	Ethylenediaminetetraacetic acid
<b>CEA</b>	Centre d'Energie Atomique