

Argumentaire pour le maintien d'une dose efficace de cuivre en agriculture

Dossier technique

Contenu

Rappel du contexte	2
1. Utilisation du cuivre en agriculture	3
1.1. Usages du cuivre.....	3
1.2. La filière viticole biologique, première impactée par une évolution de la réglementation du cuivre	3
a. Une des filières les plus dynamiques en bio	3
b. Etat actuel de l'utilisation du cuivre en viticulture biologique.....	4
1.3. Insuffisance des méthodes de réduction de l'usage du cuivre	10
1.4. Inciter les viticulteurs à réduire les doses de cuivre : devenir acteur de sa stratégie	12
a. Inciter le vigneron à s'approprier les alternatives au cuivre	12
b. Le lissage : outil de pilotage de la stratégie de protection pour et par le viticulteur	12
2. Commentaires sur les études "Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Copper" (EFSA, 30/09/08 et 11/06/2013)	13
2.1. Limites d'une synthèse bibliographique	13
a. La difficulté de conclure à partir d'une synthèse bibliographique actuelle	13
b. Une revue bibliographique qui souffre d'un manque de prise en compte du contexte de production	13
c. Le manque de données actuelles pour évaluer l'impact des apports de cuivre sur la vie du sol	15
d. Une méthode qui ne permet pas encore de conclure sur les impacts du cuivre.....	15
2.2. Des arguments contestés	16
a. Impacts du cuivre sur les vers de terre	16
b. Impacts du cuivre sur les populations bactériennes selon la gestion du sol	17
c. L'avifaune des vignobles plus liée au contexte paysager qu'au mode de protection.....	18
3. Conclusions et propositions	18
Annexes	i

Remerciements :

Ont contribué à ce dossier : AgrobioPérigord, la CAB Pays de la Loire, le CNAB, les chambres d'agriculture, le CIVC, la DGAL, la Fédération des caves coopératives, la FNAB, l'ITAB, l'IFV, la MABD, le Sedarb, SudVinBio, le SVBA, Viti-Concept et bien sûr tous les vignerons qui ont répondu à l'enquête des pratiques.

Nous tenons à remercier particulièrement : Rémi Chaussod (chercheur émérite INRA Dijon), Daniel Cluzeau (Université de Rennes), Isabelle Lamy (INRA Versailles), Jean Martins (Université Grenoble) et Vincent Olivier (Bio-Provence).

Rappel du contexte

Les composés du cuivre ont été inclus à l'annexe I de la directive 91/914/CEE avec date d'application au 1er décembre 2009 (directive 2009/37/CE de la Commission du 23/04/2009). Dans le cadre du réexamen des dossiers d'homologation des spécialités cupriques, les firmes ont déposé leurs dossiers auprès de l'Anses avant le 31/02/2012. Le 31 mai 2014 il sera décidé de renouveler ou de retirer ces autorisations.

Préalablement à l'inclusion du Cuivre, le Ministère de l'agriculture a demandé à l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, issue de la fusion de l'AFSSA et de l'AFSSET) quelles conditions d'utilisation de la substance active « composés du cuivre » présenteraient un risque acceptable, eut égard aux risques environnementaux et écotoxicologiques. Suite à cette évaluation sur la base des études disponibles¹, l'ANSES a porté le 10/11/2008 l'avis² suivant : « *l'évaluation des risques pour les vertébrés terrestres et les vers de terre, sur la base des données disponibles, permet de conclure à des risques acceptables jusqu'à 8 applications par an maximum de la dose de 0,5 kg/ha, sauf pour les oiseaux vermivores en raison du risque d'empoisonnement secondaire. L'utilisation du cuivre en champ dans ces conditions et sur les usages considérés devrait donc être assortie de suivi des populations d'oiseaux* ».

Les études complémentaires apportés par les sociétés réunies en Task force ont fait évoluer l'avis de l'Anses en levant la restriction d'une dose maximale par application (avis Bouillie bordelaise Caffaro du 17 février 2011³).

Selon un récent avis de l'EFSA de juin 2013⁴, réactualisant les avis précédents à partir des études bibliographiques disponibles, les risques sont acceptables pour les vertébrés terrestres, notamment les oiseaux, par exposition directe ou indirecte (bioaccumulation par ingestion de vers de terre) pour 4500 g de cuivre métal/ha/an. Cet avis insiste sur la précaution de limiter le risque à long terme sur une espèce d'oiseau étudiée, le gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*).

Nous nous proposons dans ce dossier de proposer des possibilités de gestion cohérente des apports de cuivre, applicables sur le terrain et assurant une protection satisfaisante des cultures, dans la limite des connaissances techniques d'aujourd'hui. Ce dossier fait état des usages du cuivre en agriculture, à partir d'enquêtes couvrant les stratégies de protection cuprique mises en œuvre sur plusieurs années. Par stratégie de protection, nous n'entendons pas seulement la quantité cumulée de cuivre mais sa gestion, en termes de fractionnement au cours d'une année et une gestion raisonnée sur plusieurs années, grâce à la possibilité de lissage prévue par la réglementation européenne sur l'agriculture biologique⁵. Nous reviendrons ensuite sur les conclusions de l'Anses, à l'aune des connaissances scientifiques actuelles sur le profil écotoxicologique du cuivre dans les agrosystèmes concernés.

¹ Anses (2011) Avis de l'Anses : dossier 2007-1911 Bouillie Bordelaise CAFFARO WG

² Afssa, 2008, *Avis de l'Afssa relatif aux conditions d'utilisation des composés du cuivre en milieu ouvert* saisine n° 2008-SA-0335

³ EFSA Scientific Report (2008) *Conclusion on the peer review of copper compounds*, 187 p.

⁴ EFSA *Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of confirmatory data submitted for the active substance Copper (I), copper (II) variants namely copper hydroxide, copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper (I) oxide, Bordeaux mixture*, EFSA Journal 2013;11(6):3235

⁵ Règlement (CE) 886/2009 de la Commission du 5 septembre 2008 portant sur les modalités d'application du règlement (CE) n°834/2007. L'annexe II donne les conditions d'utilisation du cuivre : Utilisation comme fongicide "jusqu'à 6 kg/ha/an de cuivre. Pour les cultures pérennes, les États membres peuvent disposer que la limite de 6 kg peut être dépassée au cours d'une année donnée, à condition que la quantité moyenne effectivement utilisée sur une période de cinq ans comprenant l'année en question et les quatre années précédentes ne dépasse pas 6 kg".

1. Utilisation du cuivre en agriculture

1.1. Usages du cuivre

De nombreuses productions végétales ont recours au cuivre comme substance active pour gérer des maladies cryptogamiques et bactériennes. Les usages autorisés pour le cuivre sont recensés dans le Tableau 1.

Tableau 1 Usages autorisés du cuivre en agriculture (source: <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>)

Culture	Maladie concernée
ABRICOTIER	BACTERIOSES
	CORYNEUM
ARBRES ET ARBUSTES D'ORNEMENT	MALADIES DIVERSES
CERISIER	CHANCRE BACTERIEN
	MALADIE CRIBLEE
CHOU	BACTERIOSES
FRAISIER	MALADIE DES TACHES ANGULAIRES
	MALADIE DES TACHES POURPRES ET ROUGES
MELON	BACTERIOSES
NOISETIER	
NOYER	
OLIVIER	MALADIE DE L'OEIL DE PAON
	BACTERIOSES
PECHER	BACTERIOSES
	CLOQUE
	DEPERISSEMENT BACTERIEN
POIRIER - COGNASSIER - NASHI	BACTERIOSES A PSEUDOMONAS
	CHANCRE EUROPEEN TAVELURE DU POIRIER
	SEPTORIOSE
POMME DE TERRE	MILDIOU
POMMIER	BACTERIOSES A PSEUDOMONAS
	CHANCRE EUROPEEN
	TAVELURE
PRUNIER	CHANCRES BACTERIENS
	TAVELURES DU MIRABELLIER
ROSIER	CHANCRE A CONIOTHYRIUM
TOMATE	MILDIOU
	BACTERIOSE
VIGNE	MILDIOU
	NECROSE BACTERIENNE

Nous intéressons pour la suite de ce dossier à l'usage le plus important de cuivre : le mildiou pour la viticulture.

1.2. La filière viticole biologique, première impactée par une évolution de la réglementation du cuivre

a. Une des filières les plus dynamiques en bio

La filière viticole biologique est l'une des filières végétales les plus importantes et dynamiques en France, en termes de surfaces certifiées et de nombre de conversions. En effet, depuis 2009 les surfaces en conversion sont supérieures à celles certifiées en agriculture biologique (AB). Aujourd'hui

les surfaces certifiées AB et en cours de conversion représentent 8,2 % du vignoble national, soit 4 927 viticulteurs (source Agence Bio, 2012). Les trois régions viticoles bio principales (Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Aquitaine) rassemblaient plus de 70% des surfaces totales conduites en biologique en 2011 (Figure 1).

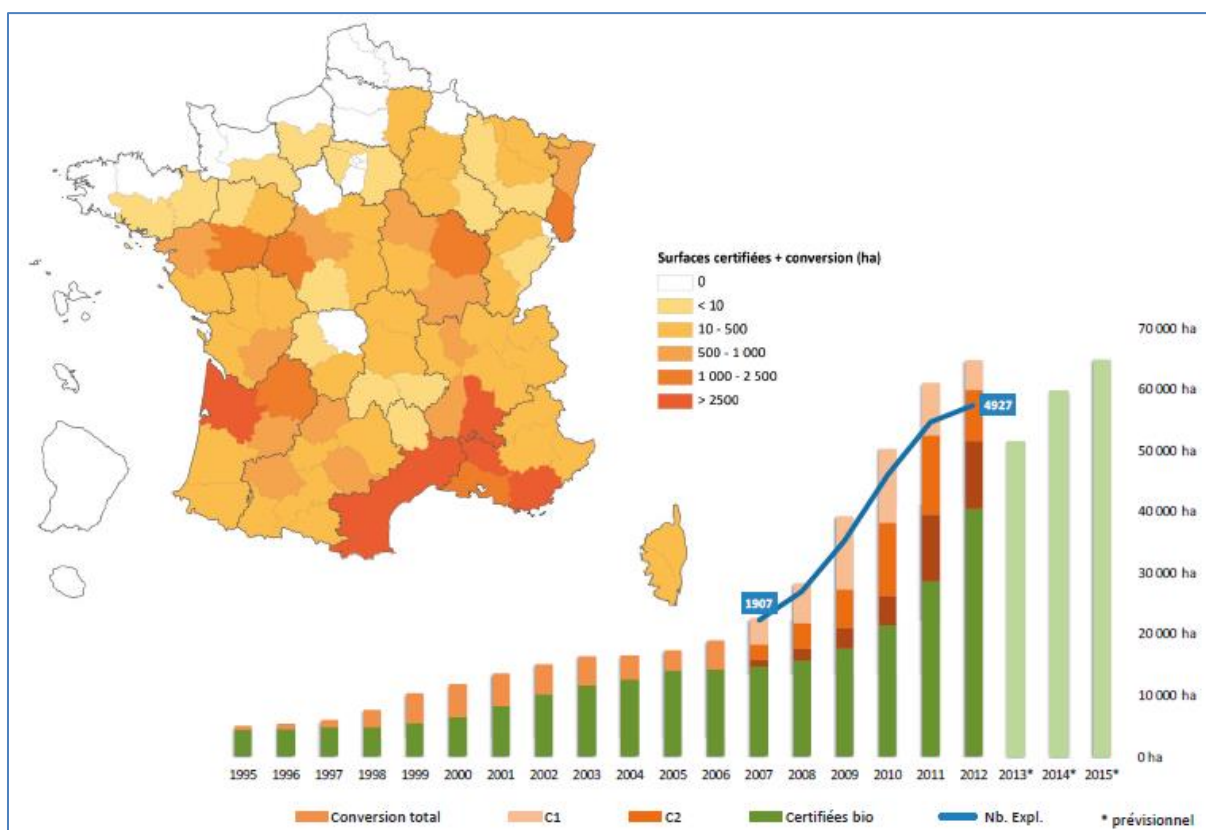


Figure 1 Évolution et répartition des surfaces viticoles biologiques en France (source : Agence Bio, 2013)

Du fait de l'importance de la filière viticole biologique en plein développement et du fait de l'intensité d'usage du cuivre pour protéger la vigne en AB selon les millésimes et les régions, nous avons choisi d'orienter ce dossier sur l'utilisation du cuivre en viticulture biologique, principale consommation de cuivre en agriculture.

b. Etat actuel de l'utilisation du cuivre en viticulture biologique

Une enquête dans tous les vignobles de France sur 5 millésimes

Une enquête a été diffusée à tous les vignobles par internet via le réseau des associations agrobiologiques et des chambres d'agriculture par les techniciens en charge du suivi des producteurs. L'objectif de l'étude est de connaître précisément les quantités de cuivre utilisées sur les domaines viticoles de 2008 à 2012. Nous nous sommes concentrés sur l'usage du cuivre dans la cadre de la protection de la vigne contre le mildiou (*Plasmopara viticola*), principal usage du cuivre en viticulture. Il est à noter que le cuivre est aussi utilisé pour lutter contre la nécrose bactérienne (organisme réglementée) et permet de limiter les attaques de black rot. Sur les cinq années que couvrent l'enquête, les années 2008 et 2012 sont identifiées par la profession comme des années à très forte pression de mildiou (voir Annexe 2). Les années 2009, 2010 et 2011 sont considérées en revanche comme des années à faible pression de mildiou.

Présentation de l'échantillon de vignerons enquêtés

Les réponses sont originaires de 15 régions administratives représentant les grandes régions viticoles. 499 vignerons ont répondu à l'enquête, mais seulement 424 réponses ont pu être exploitées

(erreur de saisie, valeur aberrante...). Notre échantillon représente ainsi 8,6 % des exploitations viticoles AB (voir Figure 2) et 12,4% des surfaces viticoles certifiées AB sur le territoire national en 2012. Nombreux sont les producteurs à avoir répondu des régions Languedoc-Roussillon (90 vignerons), PACA (72), Rhône-Alpes (54), Bourgogne (19% des vignerons bio) et Alsace (15% des

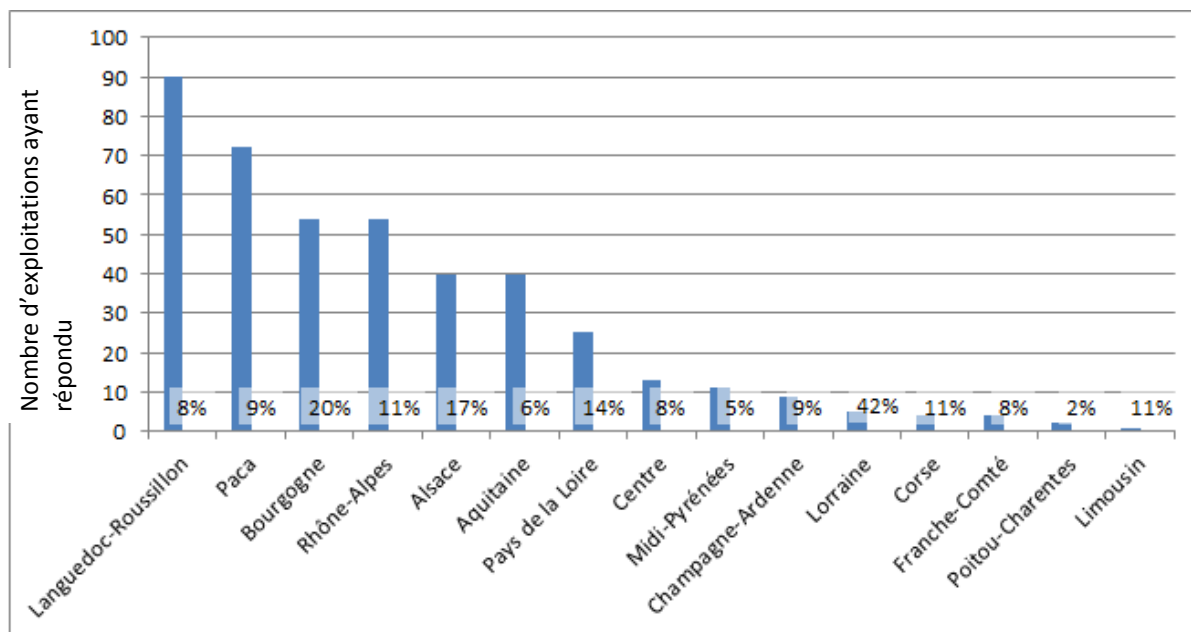


Figure 2 Réponses à l'enquête 2013 en nombre d'exploitations (barres) et en % par rapport au nombre de domaines certifiés AB dans chaque région

vignerons AB). Près de 10% des vignerons certifiés AB ont répondu en Champagne et Corse.

Résultats de l'enquête viticulture sur les 5 derniers millésimes

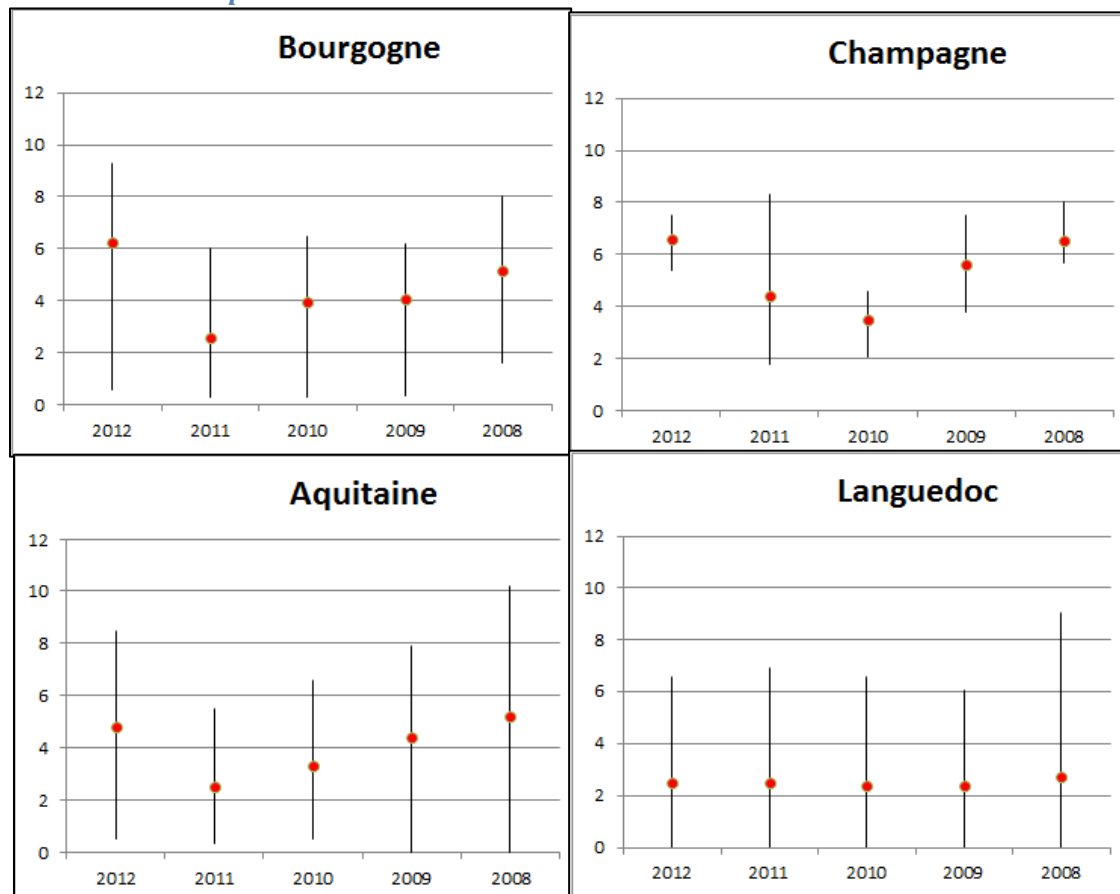


Figure 3 Quantités moyennes, minimales et maximales de cuivre utilisées (kg/ha). La valeur moyenne est représentée par le point rouge.

Les quantités de cuivre utilisées varient selon les régions et les années. Pour une même année, par exemple 2012, on enregistre une quantité moyenne de cuivre utilisée allant de 2.5 kg/ha en Languedoc-Roussillon jusqu'à plus de 6 kg/ha en Bourgogne et Champagne. Pour la seule région bourguignonne, les quantités moyennes utilisées varient de 2.8 kg/ha en 2011 jusqu'à 6.2 kg/ha en 2012 et 6,5 kg en Champagne. Ceci illustre l'importance du lissage comme outil de gestion de la stratégie de protection cuprique et comme incitation à réduire les doses utilisées chaque année pour une réserve « au cas où » la pression du mildiou serait plus forte l'année suivante. L'amplitude entre les quantités minimales et maximales de cuivre utilisées dans chaque région est d'autant plus importante que la pression mildiou du millésime est élevée. Ainsi en Bourgogne en 2012, les quantités de cuivre utilisées varient de 280g à 9,3 kg/ha. On constate ici au sein d'une même région une forte variabilité de contextes pédoclimatiques mais aussi de pratiques, qui peuvent présupposer de marges de manœuvre pour une réduction des doses de cuivre utilisées en s'appuyant sur l'expérience des vignerons qui en appliquent peu.

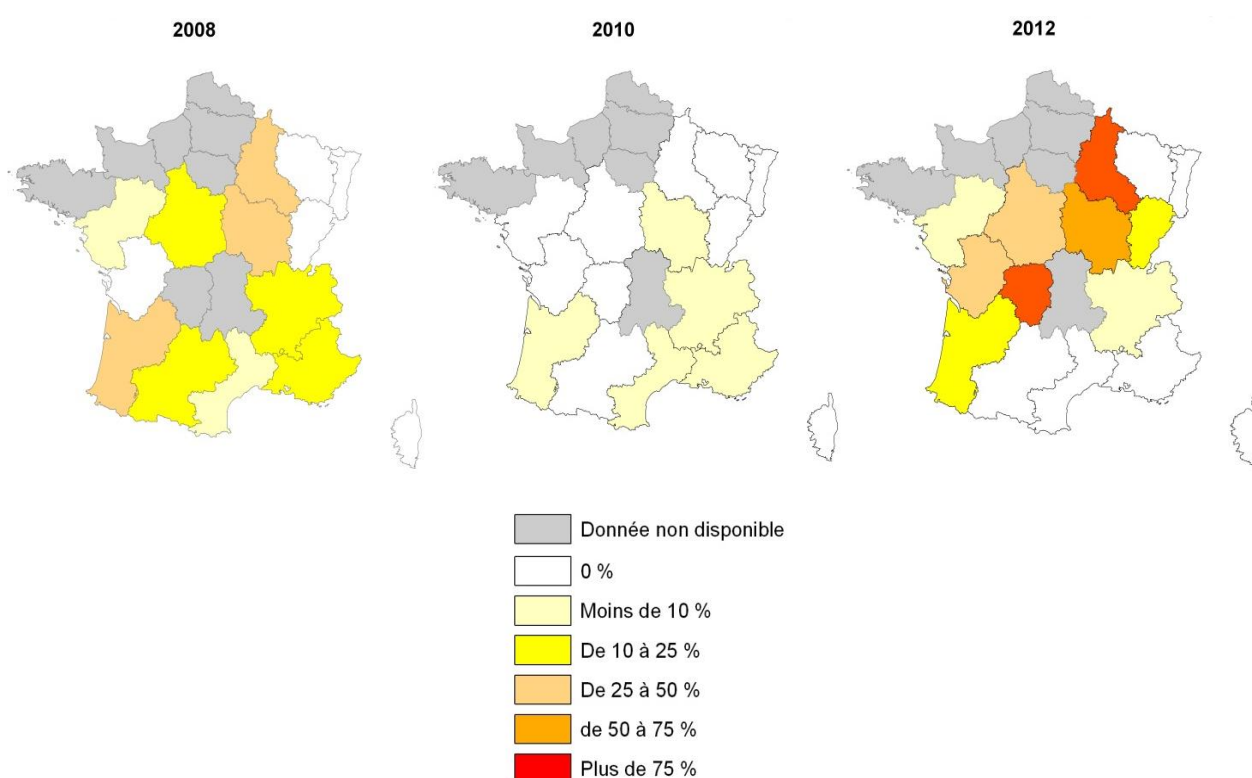


Figure 4 Proportion de domaines utilisant plus de 6 kg/ha/an de cuivre, en 2008, 2010 et 2012

En 2008 et 2012, années à forte pression mildiou, la quantité de cuivre utilisée a atteint ou dépassé 6kg/ha de cuivre métal dans 9 des 13 régions viticoles enquêtées, soit 70% des régions enquêtées (voir Figure 5). Ainsi en 2012, plus de la moitié des domaines bio utilisent plus de 6 kg/ha de cuivre en Bourgogne et en Champagne. En 2008, plus de 10% des vignerons ont dépassé 6 kg/ha de cuivre en PACA, Midi-Pyrénées, Rhône-Alpes et Centre. L'utilisation de la moyenne lissée sur cinq ans permet de compenser cette utilisation importante du cuivre afin de respecter la réglementation. Cependant, en moyenne sur 5 ans, avec seulement deux années sur trois à très forte pression mildiou (voir Annexe 2), la Champagne compte déjà entre 10 et 25% de domaines bio qui utilisent plus de 6 kg/ha de cuivre sur 5 ans (voir Figure 5).



La proportion d'exploitations dépassant le seuil annuel de 4kg/ha de cuivre est élevée : en 2008 et 2009, 12 et 9 des 15 régions viticoles comptent respectivement plus de 20% d'exploitations qui utilisent plus de 4kg/ha de cuivre (voir Figure 6). En 2012, toutes les régions sont concernées ; avec plus de 70% en Aquitaine, et plus de 90% en Bourgogne et Champagne, et plus de 50% des exploitations en Franche-Comté, Lorraine, Corse, Pays de la Loire, Centre, Poitou-Charentes. Pour les années 2009 à 2011, (faible pression de mildiou), la majeure partie des régions compte plus de 15% d'exploitations dépassant les 4kg/ha de cuivre. Ces résultats montrent que le seuil de 4kg/ha/an est très largement dépassé quelle que soit la région et ce même pour un millésime à faible pression mildiou comme 2011. Durant cette période, les vignerons ont raisonné leur utilisation du cuivre en intégrant la moyenne lissée sur cinq ans, c'est-à-dire en utilisant le minimum de cuivre annuellement pour prévoir la couverture antifongique de l'année suivante. Durant cette période, les vignerons ont raisonné leur utilisation du cuivre en intégrant la moyenne lissée sur cinq ans, c'est-à-dire en utilisant le minimum de cuivre annuellement pour prévoir la couverture antifongique de l'année suivante.

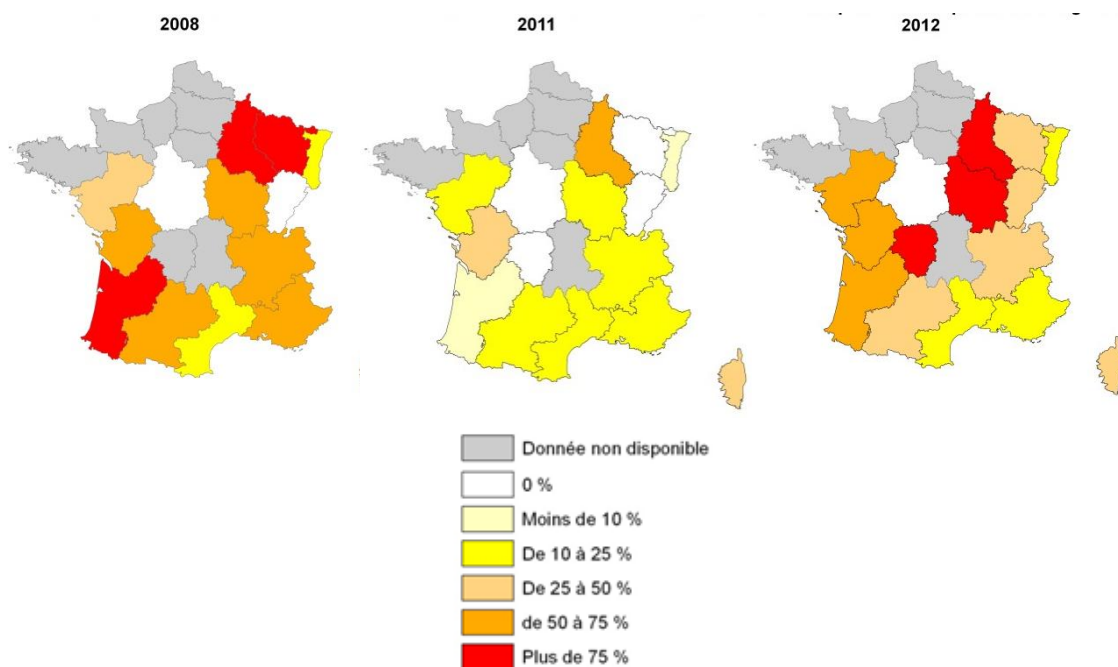


Figure 6 Proportion de domaines dépassant 4 kg/ha de cuivre dans chaque région, pour 2008, 2011 et 2012

Il est impossible de maintenir actuellement une viticulture biologique, quelle que soit la région, en limitant l'utilisation du cuivre à 4kg/ha/an, même en conservant l'outil de la moyenne lissée. Les pratiques des viticulteurs ne sont pas adaptées à cette diminution, du fait de l'insuffisance actuelle des alternatives, de la variabilité climatique et de la nécessité d'un renforcement de l'expérience des récemment convertis.

Quantité de cuivre utilisée par application

Les viticulteurs ont travaillé depuis plus du quinze ans à la réduction des doses de cuivre. Ainsi, les quantités utilisées par traitement diminuent, et ce quelle que soit l'année (voir Figure 7). En moyenne annuelle, les doses maximales de cuivre utilisées par application passent de 1300g en 2000 (enquête ITAB) à 480g en 2011. Cependant on retrouve la tendance d'une utilisation d'une dose de cuivre par application plus importante pour les années à forte pression (comme en 2012).

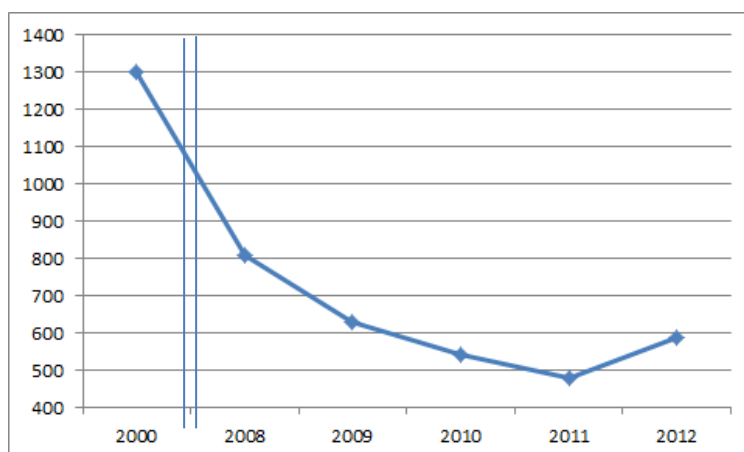


Figure 7 Doses maximales de cuivre par traitement, moyennes nationales (g cuivre/ha)

Pertes de récolte occasionnées par le mildiou

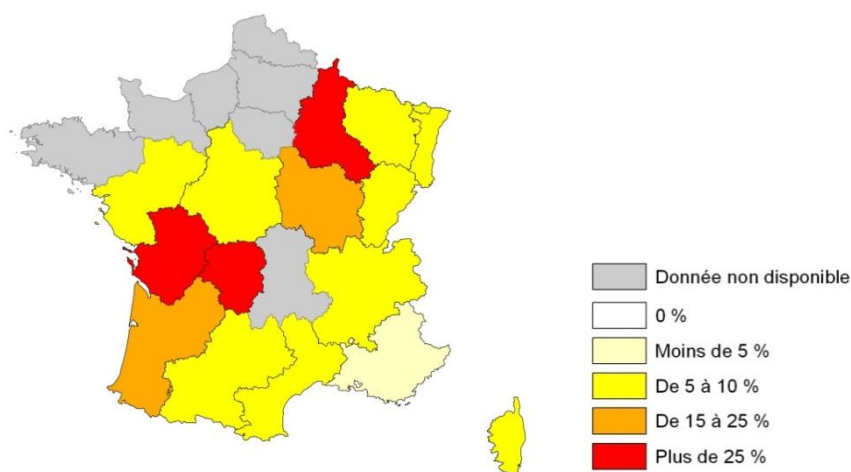


Figure 8 Pertes de récolte dues principalement au mildiou en 2012 (estimation des vignerons)

Le mildiou reste une des maladies cryptogamiques les plus importantes en viticulture. En 2012, année à forte pression de mildiou, les pertes estimées par les vignerons dépassent 25% de la récolte en Champagne et Charentes, elles ont atteint 15 à 25% de la récolte en Bourgogne et en Aquitaine (voir Figure 8). Dans toutes les autres régions (sauf PACA), le mildiou a affecté en moyenne 5 à 10% de la récolte cette année-là.

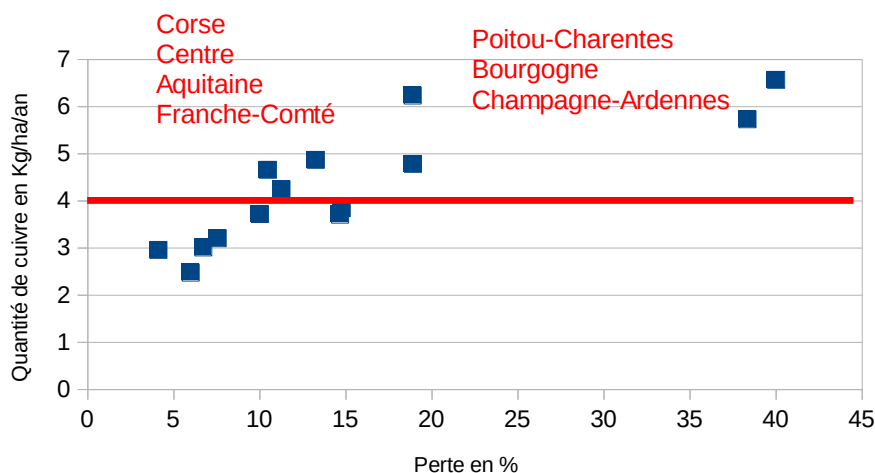


Figure 9 Relation entre quantité de cuivre et % de perte de récolte estimée en 2012

Si on analyse la relation entre les pertes de récolte et la quantité de cuivre utilisées en moyenne par exploitation, on remarque qu'en 2012, le seuil des 4kg de cuivre/ha/an est dépassé dans cette région avec des pertes de récolte s'étageant de 10 à 40%, surtout pour les vignobles de Champagne Aquitaine et Bourgogne.

Bilan :

L'enquête nationale d'utilisation du cuivre sur 5 millésimes a permis de mettre en évidence les efforts de gestion des quantités de cuivre utilisées dans les stratégies de protection de la vigne contre le mildiou. Cet effort repose sur la réduction de doses par traitement et sur le lissage qui incite à diminuer les doses au plus bas les années de faible pression pour « mettre en réserve » du cuivre disponible pour des millésimes plus difficiles. Cette enquête montre également l'impossibilité de réduire les doses de cuivre autorisées à 4 kg/ha/an, même en maintenant le lissage, notamment pour les vignobles septentrionaux et atlantiques.

1.3. Insuffisance des méthodes de réduction de l'usage du cuivre

D'après Ricci et al (2011), le système actuel de production agricole a été conçu sous l'hypothèse d'un accès non limité à des solutions chimiques performantes : les pesticides deviennent une composante centrale des itinéraires techniques de production et non une solution de rattrapage. La cristallisation autour du modèle productiviste dominant, largement basé sur la protection chimique des cultures, a marginalisé l'étude de voies alternatives. Cependant, la société réclame maintenant d'utiliser moins de pesticides. Ces changements de pratiques entraînent de nouvelles exigences environnementales qui se traduisent par des changements déjà effectifs ou à venir dans la réglementation et les dispositifs d'encadrement des agriculteurs. Des méthodes alternatives sont de plus en plus étudiées et proposées.

Pour cerner les changements en matière de protection phytosanitaire contre le mildiou en AB, nous avons balayé les différents essais menés en reprenant le cadre de lecture ESR (Efficience, Substitution, Re-conception) proposée par Hill et MacRae (1995) pour les classer en trois niveaux (voir Figure 10) :

- i. Ceux qui améliorent l'efficacité des pesticides : réductions de doses, précision de pulvérisation et du nombre de traitements
- ii. Ceux qui aboutissent à une substitution par des pesticides à impact environnemental moindre. Dans ces essais, il ressort qu'il est possible de travailler à faibles doses de cuivre associées à des produits alternatifs pour des millésimes à faible pression mildiou. Mais pour des millésimes à pression moyenne à forte, de faibles doses de cuivre ne permettent pas de limiter les risques de perte de récolte. En outre, les pistes de développement de produits de substitution du cuivre sont limitées par l'absence de solutions efficaces ou l'ajournement actuel des dossiers d'approbation de substances de base déposées par l'ITAB.
- iii. Ceux qui conduisent à une re-conception du système de production. En viticulture, les leviers disponibles et validés pour reconcevoir des systèmes de production économes en produits phytosanitaires restent peu nombreux du fait notamment du caractère pérenne de la vigne. On ne dispose pas encore de matériel végétal résistant aux bio-agresseurs. On ne peut donc pas intervenir au niveau du choix du matériel végétal à la plantation, comme en grandes cultures, pour limiter l'usage de pesticides à court terme (sauf réponse partielle apportée par le choix d'un porte-greffe ou d'un mode de conduite pouvant diminuer la vigueur et donc limiter une pression parasitaire). Par ailleurs, la vigne est souvent encadrée par des règles, notamment celles des AOC, qui limitent les marges de manœuvre à la plantation (choix du cépage, densité de plantation limitant des changements d'architecture ou la mise en place d'agroforesterie), même si les cahiers des charges des appellations commencent à intégrer des enjeux environnementaux. Les recommandations sur les choix techniques à la plantation engagent le viticulteur sur plusieurs décennies : les conseils restent donc prudents au niveau de la re-conception des vignobles. Cependant, des pistes de recherche actuelles se développent au niveau de l'étude du système agro-viticole dans son ensemble.

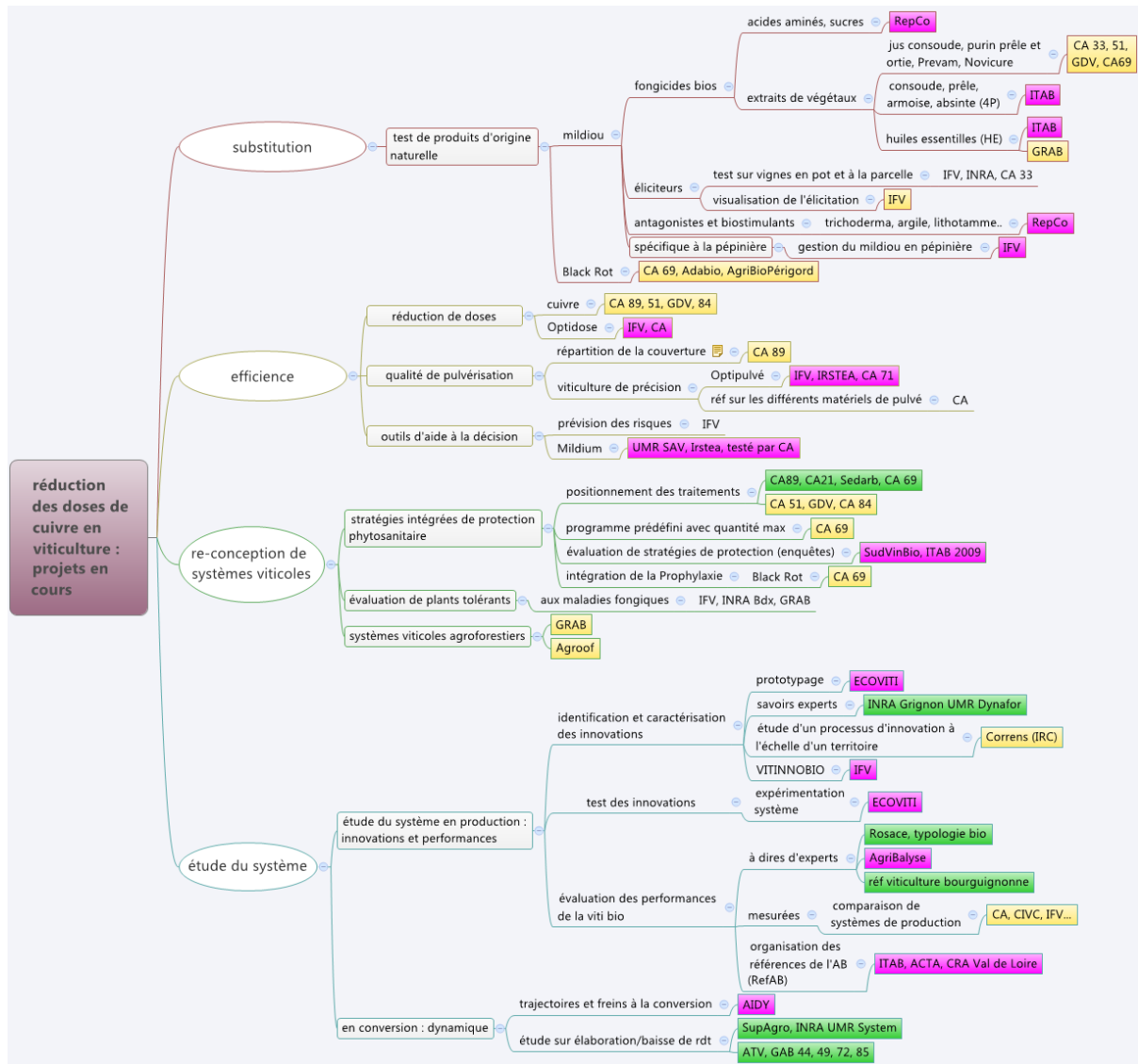


Figure 10 Synthèse des projets en cours en France sur les voies de réduction de l'utilisation du cuivre en viticulture

Le cas des phosphites : pas encore une piste de substitution du cuivre en AB

Les phosphites peuvent être utilisés par des producteurs allemands certifiés AB pour protéger la vigne contre le mildiou. Absorbée par les racines et les feuilles, cette molécule est systémique (Cohen 1986). Les essais de l'IFV (Molot, 2012) montrent une efficacité satisfaisante de cette molécule sur feuilles, par contre une perte de récolte de 20% en fin de campagne, ce qui ne permet pas encore d'envisager reposer une stratégie de protection sur cette molécule uniquement. Il s'agit d'une molécule de synthèse, ce qui est contraire au cahier des charges et à l'éthique AB. Cette molécule dérive de la même molécule que l'éthyl-phosphonate d'aluminium (ou Fosetyl d'aluminium) autorisé comme fongicide conventionnel. Il ne sera pas possible de différencier son utilisation de celle du Fosetyl Al en cas de fraude. L'utilisation de phosphites pour protéger la vigne laisse des résidus dans les vins, de l'acide phosphoreux principalement (Speiser et al. 1997, 2000 et M. Grimbaum, 2012). L'utilisation de phosphites n'est pas envisageable actuellement en viticulture biologique en France.

Bilan :

De nombreuses recherches sont en cours pour permettre de réduire l'usage du cuivre dans la gestion du mildiou en viticulture. Cependant il est nécessaire de continuer ces recherches car à l'aune des connaissances techniques et scientifiques actuelles, une stratégie intégrée de protection de la vigne contre le mildiou à 4kg/ha/an de cuivre ne permet pas d'assurer chaque année une récolte en quantité et qualité satisfaisantes.

1.4. Inciter les viticulteurs à réduire les doses de cuivre : devenir acteur de sa stratégie

a. Inciter le vigneron à s'approprier les alternatives au cuivre

De nombreuses méthodes pour réduire l'usage du cuivre en viticulture biologique sont étudiées, mais on peut se poser la question de l'acceptabilité de ces propositions par les agriculteurs. Cette acceptabilité traduit la façon dont les agriculteurs peuvent « recevoir » un ensemble de propositions techniques et la manière dont ils peuvent « s'en accommoder ». Réception (i) et accommodation (ii) rendent bien compte ici de deux phases distinctes d'un même processus :

- i. L'une amène l'individu à prêter attention à ces nouvelles façons de faire,
- ii. L'autre le conduit à les éprouver concrètement en les insérant dans l'ensemble de son système de pratiques, en modifiant plus ou moins ce dernier.

Par le terme de réception (i), on entend souligner la démarche active menée par ceux à qui sont adressées des propositions techniques. Il ne s'agit pas pour eux d'être simplement « touchés » par des informations dont ils ont été la cible, mais de se saisir de ces propositions pour les faire leur. L'agriculteur interprète alors ces propositions techniques, c'est-à-dire les enrichit et les déplace dans un nouveau cadre, celui de son système de pensée. Il intègre des nouvelles propositions et ainsi participe à la re-conception du système de protection.

Par accommodation de nouvelles techniques (ii), on entend par là que les agriculteurs effectuent un travail afin de pouvoir « faire avec ». Tout d'abord, ils « font avec » sans provoquer de changements de pratiques, puis ils les mettent à l'épreuve concrètement, en les expérimentant en situation pour savoir ce qu'elles valent dans leur système de pratiques. Ils précisent ainsi le travail de re-conception initié dans la phase de réception, afin de trouver à ces nouveaux éléments un sens dans leur système de pensée et surtout une place dans leur système de pratique.

b. Le lissage : outil de pilotage de la stratégie de protection pour et par le viticulteur

Le lissage sur 5 ans, tel que prévu dans la réglementation européenne actuelle en AB pour les cultures pérennes (note 1 page 3),, constitue le principal outil de la diminution volontaire des doses de cuivre par les vignerons eux-mêmes. Les agriculteurs se sont « accommodés à » cette nouvelle proposition d'utilisation du cuivre même si elle est encadrée par la loi, pour l'adapter à la variabilité climatique selon les années. Le lissage devient outil de pilotage de sa stratégie de protection par le vigneron et encourage ainsi à prendre en compte les conditions climatiques du millésime en cours pour adapter au plus juste les doses de cuivre appliquées. En effet tout ce qui ne sera pas consommé une année pourra lui ressortir plus tard en cas d'année difficile. Cela entraîne de fortes réductions, les vignerons préférant souvent garder une marge confortable, ils essayent d'atteindre les taux les plus bas possible chaque année pour conserver cette marge. La suppression de cette marge de manœuvre revient à ne pas tenir compte des variabilités interannuelles climatiques d'une part, et peut risquer de pousser à dépasser les doses autorisées par année pour assurer une récolte en qualité et quantité viables. Si la réglementation s'engage vers une suppression de ce dispositif, alors les agriculteurs seront dans la situation d'en faire le minimum qui convient, quitte à n'être que dans un simple simulacre pour éviter une sanction négative : l'amende. Le système de réflexion se trouve ainsi figé ; aucune amélioration ou proposition ne peut être issue de ce cadre, dans la mesure où l'agriculteur est maintenu dans un rôle d'exécutant.

2. Commentaires sur les études “Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Copper” (EFSA, 30/09/08 et 11/06/2013)

1.1. Limites d’une synthèse bibliographique

a. La difficulté de conclure à partir d’une synthèse bibliographique actuelle

Les conclusions concernant les impacts du cuivre sur l’agrosystème peuvent difficilement reposer sur une synthèse de la bibliographie actuelle seule.

En effet, d’une part, bien des travaux qui n’ont pas mis en évidence d’effets n’ont pas été publiés : les revues scientifiques s’attachent à publier des résultats montrant des effets, une étude ne mettant pas en évidence d’effets est généralement considérée comme non publiable et en premier lieu par les chercheurs eux-mêmes. Dans le rapport de l’EFSA du 30/09/2008 de 187 pages, de nombreuses données manquantes apparaissent avec 81 occurrences « *data gap* », c’est-à-dire de 81 parties avec des données reconnues comme insuffisantes et 28 études manquantes pour tirer des conclusions à cette revue bibliographique (cf. P39 « List of studies to be generated, still ongoing or available but not peer reviewed »). Il semble difficile de tirer des conclusions aussi précises que celles réalisées par l’EFSA avec autant de données manquantes.

D’autre part, dans le domaine biologique et environnemental, peu d’études ont cherché à comparer les conséquences de pratiques agricoles aux effets de facteurs naturels (sécheresse, gel, etc.) : il est difficile de faire la part entre les perturbations dues aux pratiques agricoles, de celles dues à ces facteurs naturels.

Enfin, la plupart des études qui ont cherché à mettre en évidence des effets du cuivre sont réalisées dans des conditions contrôlées et non en parcelles. Les études les plus pertinentes seraient donc celles mises en place dans le milieu naturel (en conditions de champ) et prenant en considération les variations spatio-temporelles habituelles.

b. Une revue bibliographique qui souffre d’un manque de prise en compte du contexte de production

En contexte viticole, le principal problème lié au cuivre est l’accumulation due aux apports anciens, bien davantage que les apports actuels. Les teneurs en cuivre des sols varient de façon naturelle dans une large gamme selon le contexte pédologique : de moins de 2 mg/kg à plus de 90 mg/kg (Baize, 1997, 2000). En raison d’apports anthropiques divers et plus ou moins anciens (retombées industrielles, utilisation de produits phytosanitaires, épandages de lisiers, de boues résiduelles, etc.), les teneurs en cuivre total réellement observées dans les sols agricoles montrent des variations importantes selon les situations (Baize & Tercé, 2002). Dans la pratique, c’est davantage le cuivre accumulé de longue date dans le sol qui pose potentiellement problème (même s’il se stabilise progressivement), bien plus que la dose annuelle appliquée. Dans les sols utilisés de longue date pour la culture de la vigne, les teneurs en cuivre dépassent couramment la valeur seuil de 100 mg/kg et peuvent atteindre 500 mg/kg. La valeur seuil de 100 mg/kg est administrative ; elle a été définie comme la valeur à partir de laquelle le cuivre présent ne peut avoir une origine naturelle (pédologique). Ce seuil ne préjuge en rien d’un risque éventuel pour l’environnement. C’est pourquoi la notion de biodisponibilité du cuivre est plus importante que la teneur totale pour apprécier les risques environnementaux.

Prise en compte des caractéristiques du sol pour étudier la biodisponibilité du cuivre

La biodisponibilité se définit comme l’aptitude du métal à passer d’un compartiment quelconque du sol à l’intérieur d’un organisme vivant, selon l’accessibilité et l’assimilation du métal considéré. Il n’y a pas de méthode normalisée pour définir cette biodisponibilité. On utilise parfois le cuivre « extractible » (à l’EDTA ou au DTPA) pour caractériser les sols, bien que ces méthodes (surtout l’EDTA) extraient aussi des formes relativement stables. Dans les sols non contaminés, 40 à 50% du

cuivre total est extractible à l'EDTA, contre 60 à 70% pour les sols ayant reçu des apports anthropiques. La mesure du cuivre « isotopiquement échangeable » est également envisageable (McLaren & Crawford, 1974), mais elle est très peu utilisée du fait de sa lourdeur expérimentale, de la courte période de ^{64}Cu et de son coût.

En raison de processus physico-chimiques et biologiques liés au fonctionnement normal des sols, le cuivre biologiquement actif subit une stabilisation progressive : il s'agit du phénomène de « vieillissement » du cuivre (en anglais : « *copper ageing* »). Ce phénomène est d'autant plus important que le sol est riche en minéraux **argileux** et en **oxydes de fer et de manganèse** (Parat et al., 2002). Le pH du sol intervient également : une diminution du pH provoque une meilleure solubilisation du cuivre et augmente ainsi sa disponibilité pour les bactéries selon la théorie de l'ion libre (Sauvé et al. 1997). La **matière organique** joue aussi un rôle, d'une part à travers des macromolécules immobilisant du cuivre sous forme d'acides humiques insolubles, d'autre part à travers la formation, par des micro-organismes et par les racines de plantes, de petites molécules capables de complexer le cuivre et de l'entraîner en profondeur sous forme de complexes organométalliques solubles (Tom-Petersen et al. 2001). De nombreux travaux se sont attachés à décrire les formes du cuivre dans les sols viticoles (Pietrzak & McPhail, 2004) et les impacts d'une contamination cuprique sur leur fonctionnement biologique. Elisabeth Besnard (1999) a montré que le cuivre se fixe préférentiellement dans la fraction organique grossière (> 200 μm) en lien avec les amendements organiques, ainsi que dans la fraction argileuse (< 2 μm) de sols de Champagne. Julien Sébastia (2007) a précisé le rôle de différentes fractions organiques définies chimiquement sur la distribution du cuivre dans un sol de Bourgogne soumis à différents régimes organiques. La matière organique présente ainsi un rôle important dans le pouvoir épurateur des sols et dans l'accumulation du cuivre dans les couches superficielles du sol.

En outre, les organismes du sol contribuent par divers mécanismes (Gadd, 1993) à immobiliser le cuivre et à « détoxifier » le sol, tant que les apports ne sont pas excessifs.

Ainsi, des apports exogènes de matière organique sur les sols peuvent modifier à la fois la spéciation du cuivre, sa biodisponibilité et sa mobilité (Vacapaulin et al. 2006; Lejon et al. 2008). **Le mode de gestion des intrants organiques à l'échelle de la parcelle modifie donc les propriétés bio-physico-chimique du sol à l'échelle des micro-agrégats, notamment la distribution du cuivre ainsi que sa biodisponibilité** pour les bactéries et les plantes (A. Navel, 2012).

Une étude de l'impact de la viticulture biologique sur l'avifaune à remettre dans le contexte paysager

L'avifaune est souvent utilisée pour évaluer les interactions potentielles entre agriculture et environnement pour plusieurs raisons : les oiseaux fréquentent les agrosystèmes pour se nourrir et/ou se reproduire, ils sont présents dans presque tous les types d'habitats et faciles à observer, et surtout la plupart d'entre eux se situent en fin de chaîne trophique et permettant d'avoir une idée de l'effet cumulé des polluants.

Cependant, d'après Bouvier et al. (2012), les études spécifiques sur l'impact des pratiques en viticulture, et en particulier celles sur l'impact des systèmes de protection phytosanitaires sur les oiseaux, sont rares. Il s'agit de prendre en compte l'avifaune du vignoble dans son milieu et non en conditions contrôlées qui biaiserait le comportement des oiseaux. Pour cela, Bouvier et al. (2012) ont utilisé la méthode des transects d'observation en parcelles de vigne. Cette méthode consiste à identifier et compter les oiseaux tôt le matin en marchant régulièrement en périphérie puis sur l'inter rang du milieu de chaque parcelle. Les oiseaux sont identifiés par leurs chants et cris et/ou en les observant posés ou en vol. Pour comprendre l'impact du système de protection sur l'avifaune, il s'agit de prendre en compte seulement les oiseaux ayant un lien avec les parcelles de vignes ; c'est-à-dire ceux qui viennent s'y nicher ou s'y nourrir. **Ni le bruant jaune, ni le gobemouche noir**, tous deux retenus dans les conclusions de l'EFSA, n'ont été identifiés au cours de cette étude. Le Gobemouche noir n'est pas un oiseau de milieu ouvert mais niche dans les troncs d'arbres, ce qui est difficilement compatible avec une activité de chasse ou de reproduction dans les vignes.

c. Le manque de données actuelles pour évaluer l'impact des apports de cuivre sur la vie du sol

Malgré toutes ces études, les données expérimentales manquent pour coupler mesure d'exposition et impact écotoxicologique. Ont été relativement bien étudiées les relations entre les caractéristiques du sol et l'abondance ou la diversité de divers organismes utilisés comme bio-indicateurs. Mais il s'agit plutôt d'études écologiques que d'études écotoxicologiques sensu stricto (avec mesure de la concentration en cuivre des tissus et des effets physiologiques...).

De même, la notion de « Charge Critique » reste délicate pour la problématique « cuivre ». L'étude de la littérature sur le sujet montre que les données manquent sur la réponse des êtres vivants à des charges croissantes en cuivre dans des conditions proches de la réalité du terrain, ainsi que sur les conséquences pour le fonctionnement de l'écosystème. La plupart des études écotoxicologiques restent assez théoriques et basées sur des calculs hypothétiques.

Une première difficulté provient du fait que le cuivre est avant tout un oligo-élément, nécessaire aux êtres vivants (plantes, animaux, micro-organismes). Ces derniers doivent l'acquérir dans le milieu naturel, où il se trouve à des concentrations très variées (cf. supra). Ils possèdent donc des mécanismes d'homéostasie pour ajuster leur concentration interne en cuivre de façon assez largement indépendante de la concentration externe. Cela implique dans certains cas des mécanismes d'efflux actifs, qui auraient évolué à partir de gènes initialement impliqués dans l'acquisition du cuivre (Cooksey 1993).

Une seconde difficulté est liée au niveau de concentration dans le milieu naturel qui est très variable selon les situations, avec une réponse de la biocénose à des apports de cuivre dépendante de ces conditions initiales. On peut mettre en évidence des modifications sensibles pour de faibles quantités de cuivre dans un site qui n'en n'a jamais reçu et ne rien mettre en évidence, même pour des doses plus élevées, dans un site qui en a déjà reçu.

d. Une méthode qui ne permet pas encore de conclure sur les impacts du cuivre

La teneur en cuivre dans le sol augmente suite à des apports répétés, mais l'accumulation n'est pas totale : les calculs de bilans, dans les rares cas où l'on connaît assez précisément les doses de cuivre apportées, montrent systématiquement des défauts de bilan qui peuvent atteindre jusqu'à 50% en contexte limoneux acide (exemple de l'Observatoire Lisier en Bretagne). On manque en outre de données sur les sorties de Cuivre (sous forme particulaire, colloïdale, soluble). Il est donc **difficile d'évaluer l'évolution de la teneur, encore moins de la biodisponibilité, en cuivre des sols en fonction des apports.**

L'étude de l'ANSES reste basée sur une méthodologie plus « sécurisante » de l'écotoxicologie, basée sur la notion de « dose écologique » (Babich et al., 1983) ou plus récemment de NOEC (*No Observable Environmental Concentration*). Cette méthodologie procède en 3 points :

A) Définition de 6 secteurs sensibles de l'Environnement : écosystème aquatique de surface, eaux souterraines, sol (incluant sa faune et sa microflore), faune, plantes, Homme.

B) Définition, pour chaque secteur, d'un (ou plusieurs) « worst case » représentant les conditions les plus défavorables, et calcul des valeurs limites d'exposition correspondantes à partir de la NOEC.

C) Réajustement (ou non) des valeurs limites en fonction de diverses considérations.

Pour le point A, la faune semble a priori poser le plus de problèmes. Les oiseaux sont particulièrement visés, car susceptibles de consommer soit des graines (badigeonnées de cuivre ?) soit des vers de terre (contaminés par le sol ?).

Pour le point B, nous n'avons pas trouvé dans l'étude de l'EFSA (2008) les bases de calcul de ces « worst cases » : quel régime alimentaire, quel niveau de contamination, etc.

Pour le point C, rien ne semble indiqué concernant les éventuels facteurs correcteurs appliqués. Or ce point est très important : on peut prendre des « marges de sécurité » supplémentaires en multipliant la dose limite par un facteur supérieur à 1 (et pouvant aller jusqu'à 10) ou bien on peut corriger la valeur limite en multipliant par un facteur inférieur à 1 pour « compenser » la sévérité jugée excessive d'un « worst case ».

Il serait donc utile de connaître tous les détails des cas envisagés et des calculs sous-jacents pour comprendre la portée de la conclusion tirée, en particulier quels facteurs correcteurs ont été utilisés et pourquoi.

1.2. Des arguments contestés

a. Impacts du cuivre sur les vers de terre

Pour les lombriciens, l'abondance des vers de terre dans les sols viticoles est liée à de multiples facteurs, dont la teneur en cuivre, les apports organiques, le travail du sol, etc. Dans les essais comparant divers modes de production, les parcelles en agriculture biologique semblent à cet égard plus pénalisées par le travail du sol que par l'utilisation du cuivre. Dans une enquête en Champagne, Cluzeau et Fayolle (1988) ont trouvé une relation inverse entre le nombre de vers et la teneur en cuivre des sols viticoles. Mais ces teneurs en cuivre étaient parfois très élevées et résultaient d'une longue antériorité viticole. Dans une étude plus récente faisant la synthèse d'une dizaine d'années d'essais du CIVC en Champagne (Doledec et al., 2001), il apparaît que le nombre de vers de terre est en général plus élevé dans les parcelles peu contaminées ($\text{CuEDTA} < 30 \text{ mg/kg}$) ; mais on trouve parfois des populations lombriciennes très faibles pour de tels niveaux de cuivre alors que dans un essai où $\text{Cu EDTA} > 80 \text{ mg/kg}$, on trouve des vers en abondance. Toujours en Champagne, une expérimentation du CIVC a comparé 4 programmes anti-mildiou sur les mêmes parcelles d'un dispositif expérimental pendant plusieurs années. Après 5 ans, la modalité « bouillie bordelaise » à 24 kg de cuivre par hectare et par an se distinguait des autres par un nombre de lombriciens légèrement plus faible (mais différence non significative statistiquement) ; le poids moyen des vers était également un peu plus faible et pour une espèce (*Allolobophora Chlorotica typica*) le taux de juvéniles était plus important dans les parcelles traitées au cuivre (Chaussod et al., 1995).

Une autre étude du CIVC a comparé à Boursault pendant plus de 10 ans deux modes de production : conventionnel avec un peu de cuivre ($\leq 4 \text{ kg/ha/an}$) versus raisonné sans cuivre (Descôtes et al., 1997). Les résultats ont montré une évolution légèrement plus favorable des populations de lombriciens (et de la biomasse microbienne) dans la modalité « viticulture raisonnée » mais le cuivre n'était pas le seul facteur explicatif potentiel. En ce qui concerne les vers de terre, la différence entre les deux modalités n'a jamais été statistiquement significative. Après 6 années de traitements différenciés, on dénombrait 48 ± 8 vers dans la modalité « viticulture conventionnelle » et 61 ± 16 vers dans la modalité « viticulture raisonnée ».

Enfin, d'autres études de comparaison de modes de production ont été mises en place ces dernières années. L'utilisation du cuivre est un marqueur de la viticulture biologique, mais le désherbage mécanique également... or le travail du sol affecte très négativement les populations lombriciennes. A l'inverse, elles sont favorisées par l'enherbement. De plus, les vers de terre réagissent de manière très sensible à de nombreux produits phytosanitaires (FiBL-IRAB, 2001). Lors de tous les contrôles, les procédés biologiques ont toujours eu le plus grand nombre d'individus et la plus importante biomasse de vers de terre (+ 30 à 40%). De même pour la biomasse microbienne (+ 20 à 40%).

L'étude in situ à laquelle fait référence le document de l'AFSSA semble donner des résultats voisins de ceux obtenus en Champagne il y a près de 20 ans, mais pour des doses de cuivre appliquées plus faibles (4 à 8 kg/ha/an).

Le cuivre a un effet nocif pour les vers de terre mais qui reste relatif, au vu des études précédemment citées. D'autres pratiques agricoles comme le travail du sol ont des effets plus marqués sur les populations de lombriciens et présentent un biais important dans les études d'impact.

b. Impacts du cuivre sur les populations bactériennes selon la gestion du sol

Pour la microflore, de nombreuses mesures sont possibles concernant l'abondance, l'activité ou la diversité des micro-organismes. Les enquêtes sur des sols viticoles mettent bien en évidence des corrélations négatives entre les teneurs en cuivre accumulé par des apports répétés et divers paramètres biologiques mais sur la biomasse microbienne ou ses activités, il n'y a pas d'effet statistiquement significatif sur de courtes durées (1 à 4 ans) entre parcelles recevant du cuivre à la dose de 8 kg/ha/an et parcelles ne recevant pas de cuivre (Chaussod et al., 2003 ; EUCTF 2008). En ce qui concerne les effets sur la structure des communautés, toutes les pratiques agricoles (et pas uniquement les apports de cuivre) se traduisent par des modifications (Laurent Courde, 2000 et David Lejon, 2008). Entre autres, la matière organisée jouant un rôle fondamental dans la biodisponibilité du cuivre, Khan & Scullion (2000), Marschner (2003) et David Lejon (2007) ont montré que les communautés microbiennes sont affectées à la fois par le régime organique et les apports de cuivre. En effet, il ressort de ces études que les réponses des populations face aux apports métalliques sont moins prononcées dans les sols plus enrichis en matières organiques. Les corrélations entre la biodiversité et le stress métallique ne sont pas linéaires puisque des stress limités peuvent induire des phénomènes de compétition ou d'exclusion entre populations bactériennes (Giller et al. 1998 ; Chaignon 2001). La diversité microbienne des sols contaminés évolue linéairement avec l'amplitude du stress métallique, et semble stable sur le long terme (plusieurs années). Ceci indique une convergence de la structure des communautés bactériennes sous l'effet de stress métallique de faible ou forte amplitude (Brandt et al. 2010). Cet effet s'accompagne inéluctablement par une baisse de la biomasse microbienne par rapport à celle d'un sol non pollué (Giller et al. 1998). Lejon et al. (2008) ont montré que la biodisponibilité du cuivre pour les bactéries est fortement modulée par l'apport d'amendement organique de différente nature, et semble contrôler l'impact du cuivre sur la biodiversité microbienne (A. Navel, 2012).

Il y a une adaptation permanente de la microflore, dont le degré de tolérance au cuivre évolue avec la contamination. La diversité infra-spécifique mesurée par un indice de diversité (type Shannon) tend à augmenter pour une contamination modérée et ne diminue que pour des contaminations très fortes (thèse de Sophie Hachair, 2003). Ainsi, d'après Ranjeard et al (2008), les populations bactériennes du sol ont une capacité de résistance et de résilience face au stress causé par des applications conséquentes de cuivre. En effet, des contaminations « basses » (16 kg de cuivre / ha / an) et répétées ont conduit à une **adaptation des communautés bactériennes au stress**, à travers la mise en œuvre de mécanismes de tolérance et la diffusion de gènes de résistance. Des contaminations répétées fortes (48 kg Cu/ha/an !) ont entraîné une nouvelle structure de la population bactérienne. Cette adaptation des populations s'observe même chez des groupes microbiens réputés sensibles, comme l'a montré Sophie Hachair (2003) pour des sols viticoles bourguignons. Les bouleversements les plus importants ont lieu lors des premiers apports de cuivre sur des sols qui n'avaient jamais reçu de produits cupriques antérieurement (Echairi, 2008).

Pour la ré-homologation de produits à base de cuivre, des travaux ont été conduits à Dijon sous la responsabilité de Rémi Chaussod, concernant le volet « microflore ». Trois essais au champ ont été mis en place en 2002, correspondant à un même dispositif expérimental sur 3 sites différents : un essai en sol argileux calcique sans historique de cuivre, et deux essais en sol limono-sableux légèrement acide, l'un avec l'autre sans historique de cuivre. Chacun de ces essais (en 4 blocs) comprend 4 modalités : Témoin sans fongicide / Fongicide organique de synthèse / hydroxyde de cuivre à la dose de 16 kg/ha/an / hydroxyde de cuivre à la dose de 48 kg/ha/an. Le cuivre est apporté en 8 fois sur 8 semaines successives aux doses de 2 et 6 kg par application pour les deux traitements étudiés. L'essai n'a duré qu'un an sur le sol limono-sableux mais a été poursuivi pendant 5 années (jusqu'en 2006) sur le sol argileux afin d'atteindre une teneur en cuivre de 100 mg/kg. Les résultats des déterminations classiques (biomasse microbienne, respiration, minéralisation d'azote, nitrification, dégradation de pailles) ne mettent pas en évidence d'effets négatifs du cuivre à la dose de 16 kg/ha, qui était la dose double de la dose visée par l'homologation (8 kg/ha/an). Ces données ont dû être transmises aux autorités compétentes avec le dossier de demande de ré-homologation.

c. L'avifaune des vignobles plus liée au contexte paysager qu'au mode de protection

Dans leur étude, J.-C. Bouvier, G. Sentenac et C. Lamine (2012) montrent que contrairement à ce qui a été observé en arboriculture fruitière (Bouvier et al., 2011), l'avifaune du vignoble ne semble pas affectée par le type de protection phytosanitaire, aussi bien en termes d'abondance que de richesse spécifique (comparaison en agriculture biologique ou en protection intégrée). Les parcelles en agriculture biologique et en protection intégrée ne se différencient pas pour ces deux paramètres. Les calendriers de traitements montrent que ces différences entre vignes et vergers sont dues à un moindre usage d'insecticides neurotoxiques à large spectre dans les parcelles viticoles étudiées. Il ressort de cette première étude que c'est plutôt l'environnement local des parcelles de vignes, la présence ou pas à leurs abords en structures naturelles ou semi-naturelles, qui auraient une influence sur les oiseaux, plus que le mode de protection viticulture biologique (basée sur l'emploi de cuivre) ou protection intégrée.

3. Conclusions et propositions

Les retours d'enquêtes menées auprès des vignerons en agriculture biologique sur les 5 derniers millésimes soulignent l'impossibilité, avec un apport de cuivre limité à 4 kg/ha/an sans possibilité de lissage, d'assurer une récolte de qualité et de quantité viable, notamment pour les vignobles septentrionaux et pour les millésimes à forte pression comme 2008 et 2012. La suppression de lissage sur 5 millésimes déconnecte la réglementation de la réalité climatique de la production agricole et risque de ne pas encourager les vignerons à adapter au plus juste les doses à la pression phytosanitaire en cours voire à encourager la fraude pour sauver la récolte dans les millésimes difficiles.

Les recherches d'alternatives au cuivre se poursuivent, à la demande des professionnels de la filière viticole, conscients des impacts potentiels des produits cupriques sur le sol. Cependant, à l'aune des connaissances actuelles, il n'est pas encore possible de concevoir des stratégies intégrées de protection de la vigne dégagées de produits cupriques et respectant le cahier des charges de l'agriculture biologique tout en garantissant le volume et la qualité de la production.

De plus, au vu du défaut de méthode existante pour estimer la biodisponibilité du cuivre dans le sol et du manque d'études prenant en compte les différents facteurs du milieu à la parcelle, une synthèse bibliographique ne permet pas actuellement de conclure sur une valeur seuil d'apport de cuivre sur les cultures qui limiterait les impacts du cuivre sur la vie du sol. Il serait intéressant de coordonner une étude à l'échelle de l'agrosystème viticole, mettant en lien les différents composants du système, pour estimer dans différentes conditions pédoclimatiques, les effets écotoxicologiques du cuivre.

Bibliographie

- ACTA, 2010. Index phytosanitaire Acta 2010. 46^{ème} édition, ISBN 2-85794-6
- Babich H., Bewley R.J.F. and Stotzky G. 1983. Application of the “Ecological Dose” concept to the impact of heavy metals on some microbe-mediated ecologic processes in soil. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **12**, pp 421-426.
- Baize D. 1997. Teneurs totales en éléments-traces métalliques dans les sols (France). INRA Editions (Paris), 410 p.
- Baize D. 2000. Teneurs totales en « métaux lourds » dans les sols français. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, **39**, pp 39-54.
- Baize D. et Tercé M. 2002. Les éléments-traces métalliques dans les sols. Approches fonctionnelles et spatiales. INRA Editions (Paris), 570 p.
- Besnard E. 1999. Influence d'amendements organiques sur la rétention du cuivre dans les sols de vignoble de Champagne. Thèse Université de Reims.
- Bouvier J.-C., Sentenac G. et Lavigne C., 2012. *L'avifaune du vignoble en Côte d'Or : impacts des systèmes de protection phytosanitaires et de l'environnement proches des parcelles*, Phytoma n°652 p 34 – 37.
- Chaussod R., Cluzeau D., Descôtes A., Gribaum M., Moncomble D. et Valentin G. 1995. Effets à moyen terme d'herbicides et de fongicides sur les activités biologiques des sols viticoles en Champagne. **In** : ANPP 16^{ème} conférence du COLUMA, Reims 6-8/12/1995, 8 p.
- Chaussod R., Nouaïm R., Ranjard L., Echairi A., Lignier L., Blal B., Doledec A.F. et Jonis M. 2003. Evaluation de l'impact du cuivre sur la microflore des sols. **In** : Séminaire sur les recherches en Agriculture Biologique, INRA-ACTA. Draveil, 20-21/11/2003, 11 p.
- Cooksey D.A. 1993. Copper uptake and resistance in bacteria. *Molecular Microbiology*, **7**, pp 1-5.
- Courde L. 2000. Etude des effets d'applications répétées de cuivre sur l'activité et la diversité de la microflore des sols. Thèse Université de Bourgogne.
- Descôtes A., Moncomble D., Chaussod R., Cluzeau D., Pérès G., Grinbaum M. et Cuchet F. 1997. La production intégrée en Champagne (programme Viti 2000) : Effets comparés d'une conduite traditionnelle et d'une conduite intégrée sur l'agrosystème viticole. Bilan des travaux réalisés depuis 1990. **In** : ANPP, 5^{ème} conférence sur les maladies des plantes, Tours, 3-5/12/1997, 8 p.
- Doledec A.F., Descôtes A., Moncomble D., Cluzeau D., Pérès G. et Chaussod R. 2001. Viticulture raisonnée et préservation des terroirs en Champagne. Synthèse de 10 années d'essais. *Le Vigneron Champenois*, **10**, pp 2-15.
- Echairi A. 2008. Effets du cuivre sur quelques indicateurs de la qualité biologique des sols viticoles. Etude à différentes échelles. Thèse Université de Bourgogne.
- Eijsackers H. et al. 2005. The implications of copper fungicide usage in vineyards for earthworm activity and resulting sustainable soil quality. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **62** (2005) 99–111
- FiBL, Résultats de 21 ans d'essai DOC : Le bio améliore la fertilité du sol et la biodiversité, mai 2001, disponible sur <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1190-dok.pdf>

- Gadd G.M. 1993. Tansley Review n°47. Interaction of fungi with toxic metals. *New Phytologist*, **124**, pp 25-60.
- Hachair S. 2003. *Rhizobium leguminosarum* biovar *trifolii* indicateur microbien de l'effet d'applications répétées de traitements fongicides à base de cuivre dans les sols viticoles. Thèse Université de Bourgogne.
- INERIS, 2010. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : cuivre, composés et alliages, DRC-10-102861-01255A, 82 p. (<http://www.ineris.fr/substances/fr/>)
- Lejon D. 2007. Influence du statut organique du sol sur la réponse des communautés microbiennes telluriques. Thèse Université de Bourgogne.
- McLaren R.G. and Crawford D.V. 1974. Studies on soil copper. III. Isotopically exchangeable copper in soils. *Journal of Soil Science*, **25**, pp 111-119.
- Navel A., 2012. Distribution, spéciation, impact et transfert du cuivre dans un sol sous vigne : rôle de la structuration spatiale et du statut organique. Thèse de doctorat : Océan, Atmosphère, Hydrologie. Université de Grenoble, 253 p.
- P. Ricci, S. Bui, C. Lamine. Repenser la protection des cultures, 2011 ed Quæ / Educagri
- Parat C., Chaussod R., Lévêque J., Dousset S. et Andreux F. 2002. The relationship between copper accumulated in vineyard calcareous soils and soil organic matter and iron. *European Journal of Soil Science*, **53**, pp 663-669.
- Pietrzak U. and McPhail D.C. 2004. Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. *Geoderma*, **122**, pp 151-166.
- Priyasankar S. Chaudhuri et al. 2003, Rubber leaf litters (*Hevea brasiliensis*, var RRIM 600) as vermiculture substrate for epigeic earthworms, *Perionyx excavatus*, *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia fetida*: The 7th international symposium on earthworm ecology · Cardiff · Wales, *Pedobiologia* Volume 47, Issues 5–6, 2003, Pages 796–800 · 2002
- Ranjeard L. et al. 2008. The dynamics of soil bacterial community structure in response to yearly repeated agricultural copper treatments, *Research in Microbiology* 159 (2008) 251-254
- Sébastien J. 2007. Prise en compte de la réactivité de différentes fractions des matières organiques du sol dans la prévision de la spéciation des métaux : cas du cuivre. Thèse Institut National Agronomique Paris-Grignon.
- Swati Pattnaik and M. Vikram Reddy. Remediation of heavy metals from urban waste by vermicomposting using earthworms: *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia fetida* and *Perionyx excavates*, *Int. J. Environment and Waste Management*, Vol. 10, Nos. 2/3, 2012

Annexes

Annexe 1. Questionnaire envoyé pour l'enquête nationale i.

Annexe 2. Bilans phytosanitaires mildiou de 2008 à 2012 ii.

Annexe 1. Questionnaire envoyé pour l'enquête nationale

En application de la directive 2009/37/CE du 23 avril 2009, l'ensemble des produits phytosanitaires présents sur le marché contenant du cuivre devront être ré-homologués au plus tard le 31 mai 2014. Cette enquête anonyme vise à connaître les quantités de cuivre métal utilisées actuellement en agriculture biologique pour voir si celles-ci sont compatibles avec les restrictions d'usage pressenties. Vos données sont indispensables pour être au plus près de la réalité du terrain. Nous vous invitons à remplir les questions ci-dessous avec les relevés de vos exploitations et uniquement pour les millésimes conduits en agriculture biologique (dès la première année de conversion). Sylvie Dulenc (APCA) Céline Berthier (IFV) Marc Chovelon (ITAB) Nicolas Constant (SudVinBio).

Votre numéro de département

Année du début de conversion

Votre S.A.U Viticole bio (AB & conversion)

Pour chaque millésime de 2008 à 2012, il est demandé de renseigner :

- iii. Quantité moyenne de Cuivre métal (kg/ha) sur l'exploitation la quantité mentionnée doit prendre en compte toutes spécialités contenant du cuivre y compris les engrais foliaires
- iv. Quelle est la quantité de cuivre (kg/ha) sur la parcelle ayant reçu le plus de cuivre ?
- v. Dose maximale de cuivre métal (g/ha) par application
- vi. % moyen de perte de récolte sur l'exploitation, engendré par le(s) parasite(s) visé(s) par l'utilisation de cuivre (ex. mildiou, nécrose bactérienne, black-rot, ...)

Le cuivre et après 2013 ...

Actuellement, les discussions en vue des changements sur l'usage du cuivre s'orientent vers : - une diminution de la quantité annuelle de cuivre métal. Celle-ci pourrait être réduite à 4kg/ha/an et - une disparition de la possibilité d'employer 30kg sur une période de 5 ans. Dans ce cas la dose de cuivre métal deviendrait une dose annuelle fixe.

Est-ce que ces changements vous semblent réalistes : oui / non

Si non quelle orientation serait la plus acceptable :

- ☐ diminution de la quantité annuelle de cuivre métal mais maintien de la moyenne sur plusieurs années
- ☐ dose fixe annuelle à 6kg/ha
- ☐ Autre :

Annexe 2. Bilans phytosanitaires mildiou de 2008 à 2012⁶

BILAN PHYTOSANITAIRE 2008

Jacques GROSMAN, DGAL-SDQPV, DRAF-SRPV Rhône-Alpes

Claude MAGNIEN, DRAF DRPV Bourgogne

Patrice RETAUD, DRAF SRPV Poitou-Charentes

Jean-Michel TRESPAILLE-BARRAU, DRAF-SRPV Languedoc-Roussillon

Les caractéristiques climatiques de l'année 2008.

Ce que l'on retiendra de l'année 2008, c'est sans doute la succession, dans la plupart des régions, d'épisodes pluvieux printaniers qui ont maintenu une très forte pression de mildiou.

Comme en 2007, l'hiver a été marqué, mais sans en atteindre les excès, par des températures globalement douces et une pluviométrie qui a contribué à recharger la réserve hydrique. Les gelées, absentes de la plupart des régions l'année précédente, ont touché les vignobles de l'Est pendant le mois de février. Le mois de mars a été globalement pluvieux et humide (+ 65 % de pluies par rapport à la normale en Champagne), sauf dans certains secteurs de la façade méditerranéenne où un déficit hydrique hivernal s'est fait sentir. Les températures sont restées fraîches en avril (avec des épisodes de gel important en Champagne et dans l'Yonne) et la pluviométrie élevée (2 fois la normale sur le poste de Beaune), avec un déficit d'ensoleillement marqué. Dans ces conditions, le démarrage de la végétation a été nettement plus tardif qu'en 2007 sur la façade Est, avec un décalage de 2 à 5 jours par rapport à une année moyenne. Par contre, dans le Sud, le débourrement a été précoce. A l'Ouest, il a été conforme aux normales. Le mois de mai a été globalement plus chaud et plus sec dans le Nord-Est (avec rattrapage du retard phénologique), et particulièrement pluvieux dans le Sud où, au contraire, la végétation a pris du retard (10 à 12 jours à la floraison). Dans la période d'avril et mai, il est tombé autant d'eau dans le Vaucluse que pour toute l'année 2007. Par la suite, les pluies ont concerné la plupart des vignobles en juin.

Les pluies et températures fraîches du mois de juin ont provoqué un étalement de la floraison, ce qui a été à l'origine de phénomènes de coulure (signalée dans de nombreux vignobles, de millerandage et parfois de filage (comme le Pinot meunier en Champagne). La coulure a provoqué des pertes estimées à 10 à 20 % dans le Diois. Les successions de périodes pluvieuses qui ont affecté l'ensemble des vignobles sur la période du printemps et de l'été, aura une conséquence directe sur les fortes pressions de mildiou observées cette année (voir ci-dessous). L'été s'est poursuivi dans une relative fraîcheur. Les différences sont marquées entre régions : l'est audois est marqué par une sécheresse importante (jusqu'à 7 semaines sans pluies). Le Diois a subi par contre un fort excédent pluviométrique en juillet (+ 65 %) et en août (+50 %). Il faudrait ajouter à ce tableau des épisodes de grêle parfois violents localement. Il serait long de tous les citer, mais signalons des pertes importantes dans le Diois, dans le vignoble de Pouilly sur Loire, à Meursault, sur la Côte des Bars, le Sud-mâconnais et le Beaujolais, le Vaucluse, les coteaux de l'Hérault, etc. Au niveau de la phénologie, les retards s'observent à la véraison et jusqu'aux vendanges. La maturation des baies a été particulièrement progressive. Le temps perturbé de début septembre laissait craindre une évolution des foyers de botrytis heureusement stoppée par l'amélioration des conditions météorologiques.

Mildiou : 2008 a dépassé 2007 !

Le mildiou est sans aucune contestation possible le problème phytosanitaire majeur de la campagne 2008. Aucun vignoble n'aura été épargné. L'agressivité du champignon est quasiment partout jugée supérieure à celle de 2007 qui avait pourtant été identifiée comme une très grande année à mildiou.

⁶ Le bilan phytosanitaire pour 2009 n'est pas disponible car il s'agit de l'année de transition entre les avertissements agricoles et le dispositif SBT-BSV.

Dans les vignobles du pourtour méditerranéen, le début de l'épidémie a été relativement classique avec une apparition de foyers isolés sur fin avril-début mai. Les premiers repiquages significatifs se sont produits vers la mi-mai et ont été à l'origine de nouvelles taches à partir du 20 mai. Cette sortie a coïncidé avec le début d'une longue période pluvieuse. Dans les situations avec symptômes, elle sera à l'origine d'une explosion de la maladie et à un démarrage fulgurant de l'épidémie dans les zones jusque là indemnes. Fin mai-début juin, des attaques sévères de rot-gris étaient observées dans de nombreux vignobles. Les pluies de juin ont provoqué de nouvelles contaminations et des manifestations de rot-brun ont été signalées à partir de fin juin. Par la suite, malgré l'arrivée d'un temps un peu plus estival, les pluies éparses qui se produisirent çà et là entretinrent la pression de la maladie. Des défoliations précoces furent constatées. Même si le rot-brun fut ponctuellement à l'origine de dégâts significatifs, l'essentiel des pertes de récolte est imputable aux attaques de rot-gris courant juin. Les dégâts les plus conséquents ont été enregistrés dans le Nord Hérault, le Gard, le Nord Vaucluse ainsi que localement dans le Lubéron et le Var. La protection a généralement débuté entre le 05 et le 15 mai, puis, contrairement aux pratiques habituelles, il a souvent été nécessaire de maintenir une couverture quasi-continue jusqu'à la véraison. 5 à 9 traitements ont été préconisés en Languedoc ce qui est élevé pour la région. 2008 arrivant après une année déjà très délicate vis-à-vis du mildiou, les viticulteurs ont été généralement réceptifs au message d'alerte ce qui n'avait pas été forcément le cas en 2007 qui succédait après deux années très faciles. Malgré cela, la période de fin mai-début juin, historiquement favorable au mildiou, a été très difficile à couvrir correctement. La répétition des pluies, outre leur effet sur le mildiou, a rendu très compliquée la réalisation de la protection et la moindre faille dans sa mise en œuvre a pu être très préjudiciable. En Provence, les indices de risques calculés par divers outils révèlent des valeurs jamais atteintes, y compris lors des plus grands millésimes mildiou (2007 mais aussi 1992, 1988).

Dans les vignobles septentrionaux (Bourgogne, Champagne), les premières contaminations primaires se produisirent fin avril. Elles ne furent pas généralisées car bon nombre de secteurs n'avait pas encore, à cette date, atteint le stade de début de réceptivité au mildiou. En Champagne et dans la majorité des vignobles de Bourgogne, ces infections primaires n'ont donné généralement que des foyers isolés et peu intenses. Après les pluies de la mi-mai à l'origine de nouvelles taches à partir du 23 mai, survint un épisode très pluvieux et très long (en Bourgogne du 24 mai au 17 juin – 100 à 140 mm d'eau pour 16 à 20 jours de pluie) qui provoqua une généralisation et une forte extension de la maladie. Ces contaminations ont été d'autant plus efficaces qu'elles eurent lieu durant la période de grande sensibilité de la vigne au mildiou (préfloraison – nouaison). Les premiers cas de rot-gris furent notés à partir de début juin. Sous les coups de boutoir répété du mildiou, la maladie s'installa progressivement dans une majorité de parcelles courant juin. Beaucoup d'entre elles étaient en limite de rupture de protection à la mi-juin. Le retour d'un temps plus "sec" durant deux semaines du 17 juin à début juillet a permis de "casser" quelque peu le déroulement de l'épidémie et surtout de mettre en place une protection dans de bonnes conditions avant le retour des précipitations début juillet. Ces précipitations perdurèrent ensuite presque jusqu'à la veille des vendanges. A partir de début juillet, le rot-brun fit son apparition et localement dès fin août le feuillage de certaines parcelles était très marqué par le mildiou (surtout Sud Côte d'Or et Sud Saône et Loire).

Des différences assez sensibles dans l'agressivité du champignon ont été perçues, la partie Est de ces vignobles (vignobles Marnais et Sézannais pour la Champagne, la Côte d'Or et la Saône et Loire notamment dans leur partie Sud) a été la plus exposée. Si les attaques de rot-brun ont été plus fréquentes que celles de rot-gris, leur intensité fut généralement faible et sans conséquence. Il n'en fut pas de même avec le rot-gris dont les attaques ont été localement sévères. En Champagne, si des pertes de récolte totales ont parfois été constatées au niveau parcellaire, elles sont négligeables à l'échelle du vignoble. En Bourgogne, la tendance est la même, cependant dans deux secteurs (Sud Côte d'Or et Sud Saône et Loire), les dégâts ont été plus marqués avec des pertes importantes pour certaines exploitations.

La protection a généralement débuté durant la deuxième décennie de mai. Très rapidement, il a été conseillé de réduire les intervalles entre traitements de 2 jours et si nécessaire d'anticiper le renouvellement si des pluies étaient annoncées à la date théorique de son application. La prise en compte des prévisions météorologiques était essentielle pour gérer au mieux la protection anti-

mildiou. Le nombre de traitements préconisés s'établit à 8-9. En Champagne, le nombre moyen de traitements réalisés serait supérieur à 10.

Dans ces vignobles, la campagne 2008 a été nettement plus difficile vis-à-vis du mildiou que 2007. Outre le fait que l'épidémie a démarré un peu plus tardivement en 2007 qu'en 2008, la principale différence tient au décalage phénologique considérable entre ces deux années. Ainsi, en Côte d'Or, un écart de 22 jours est identifié au stade pleine floraison. Dans ces conditions, en 2007, l'agressivité du mildiou s'est essentiellement manifestée après le stade "baies à taille de pois" stade à partir duquel la sensibilité des grappes au mildiou décline, alors qu'en 2008, la pression du champignon était déjà élevée dès la préfloraison et a persisté durant la période de forte réceptivité des grappes aux contaminations.

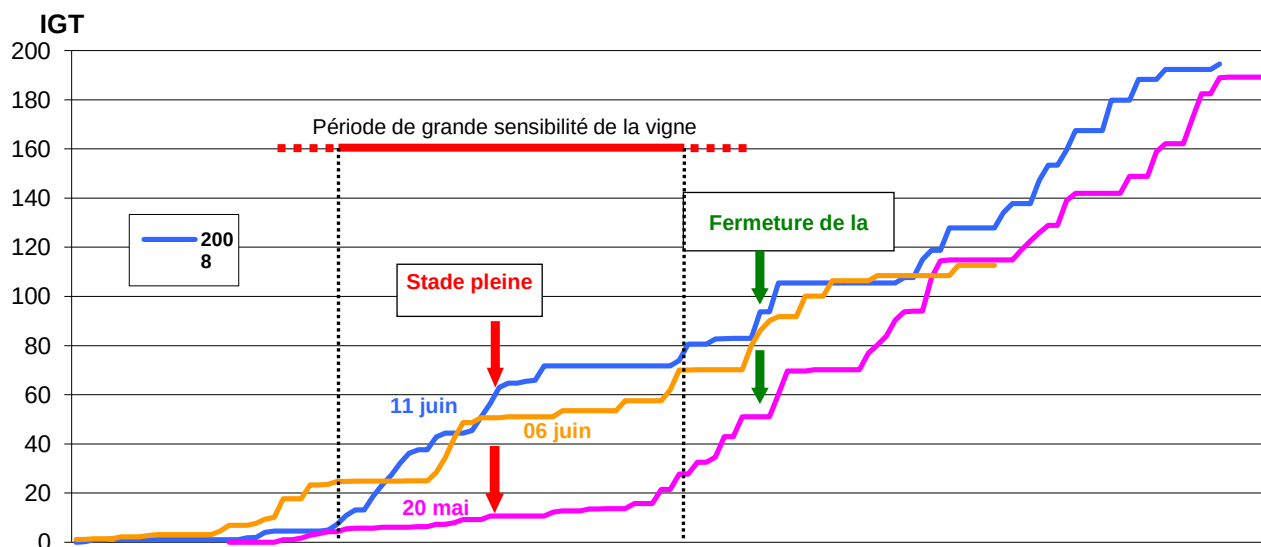


fig. 1 : Évolution de l'indice de risque calculé par Milvit (IGT) pour le vignoble de Saône et Loire (moyenne de 5 postes pour les années 1999, 2007 et 2008 à stades équivalents)

En Alsace, même si on évoque également une grande année à mildiou, ce vignoble a été le moins exposé de France. L'épidémie a démarré un peu plus tardivement et même si 2008 ne fut pas une année facile, il n'y a pas eu de difficulté réelle à gérer la situation et les dégâts sont restés localisés. Dans les vignobles de la façade atlantique, le déroulement de l'épidémie correspond assez bien aux descriptions précédentes notamment sur le début de campagne. En Charentes, au regard de la phénologie, la pression du mildiou a été en 2008 plus précoce qu'en 2007, elle a également été plus intense au moins jusqu'à la mi-juin. Là aussi, la majorité des dégâts sont imputables au rot-gris. Sur la deuxième partie de la campagne, la pression du mildiou, tout en restant élevée, a faibli et devint même inférieure de celle observée en 2007. Comme dans les autres vignobles la mise en œuvre de la protection fut délicate sur fin mai-début juin, mais les problèmes rencontrés en 2007, présents dans les mémoires et les viticulteurs, très vigilants, ont réagi rapidement et les dégâts furent limités et au final bien inférieurs à ceux de 2007.

En ce qui concerne les résistances aux fongicides, les premiers chiffres du monitoring SRPV montre sans surprise des fréquences importantes de souches résistantes à la mancozèbe et une progression de la résistance aux CAA (diméthomophe et iprovalicarbe), comme sollicitées en 2008.

Le calage est fait sur la pleine floraison. En retenant 1999 comme référence, la courbe 2007 subit une translation de 17 jours vers la droite, celle de 2008 une translation de 5

En conclusion, 2008 a été une année difficile sur le plan de la protection des vignobles, peu favorisée par la météo. Ce grand millésime...pour le mildiou n'aura pas empêché l'oïdium de se manifester et aurait pu très mal se terminer si le Bortyitis avait explosé. Par ailleurs, le spectre des maladies du bois rode toujours.

Rédigé grâce au travail de terrain et de récolte des données par les agents des SRPV et des FREDON, vivement remerciés.

Le bilan phytosanitaire vigne 2010

Résumé

Le traditionnel bilan phytosanitaire annuel de la vigne se base en 2010 pour la première fois sur les données issues du réseau d'épidémiosurveillance mis en place par une circulaire ministérielle du 4 mars 2009. Ce réseau est présenté : organisation, partenaires, réseau de parcelles suivies, type d'organismes nuisibles surveillés et protocoles harmonisés de surveillance.

Le bilan lui-même fait apparaître une pression de maladies du feuillage et de la grappe modérée en moyenne. Le mildiou s'est fait davantage remarquer au sud qu'au nord, l'oïdium a été assez présent sauf à l'est, le black-rot a été préjudiciable par endroits et le botrytis davantage présent qu'en 2009.

Les maladies du bois, esca surtout, se sont fortement exprimées. Il en est de même des jaunisses. En l'attente de bilans plus complets, c'est inquiétant et à surveiller.

Les tordeuses ont exercé une pression variable mais globalement modérée. Parmi les autres ravageurs, à noter ici ou là (vignobles cités dans l'article) la pyrale et les mange-bourgeons, les cochenilles, des galles phylloxériques et... les melligèthes !

Mots-clés : vigne, réseau d'épidémiosurveillance, surveillance biologique du territoire, observations biologiques, protocoles harmonisés, BSV (bulletin de santé du végétal), mildiou, oïdium, black-rot, botrytis, maladies du bois, ravageurs.

Le bilan phytosanitaire vigne 2011

Résumé

Le bilan phytosanitaire de la vigne en France en 2011 a été établi grâce au travail du réseau d'épidémiosurveillance.

Il en ressort que :

- Vu la climatologie (printemps chaud et sec donc avance physiologique de la vigne et peu de contaminations par le mildiou), le mildiou ne s'est manifesté, sauf exception, qu'à partir de juillet après véraison donc seulement sur feuillage ; il a pu être explosif durant l'été humide.
- L'oïdium a été agressif en Languedoc-Roussillon et Aquitaine ; ailleurs, sa pression est faible à normale.
- Le botrytis, menaçant durant l'été dans certains vignobles, a été calmé par le retour du beau temps en fin de campagne.
- La flavescence dorée est de plus en plus présente et inquiétante.
- Les maladies du bois (eutypiose, esca,

black-dead arm) se sont peu exprimées vu le climat (mais très tôt pour la forme foudroyante de l'esca), mais restent inquiétantes.

- Les ravageurs classiques (tordeuses et cicadelles) ont été plutôt discrets.
- En revanche certains ravageurs secondaires se sont fait remarquer : poussée de l'érinose, présence de la pyrale, de plus en plus de cochenilles avec le risque de transmission de virus associées.
- Les acariens rouge et jaune sont bien maîtrisés par les auxiliaires.

De façon générale, les ravageurs sont à surveiller et les auxiliaires à favoriser.

Mots-clés : vigne, épidémiosurveillance, bilan phytosanitaire, climatologie, maladies, mildiou, oïdium, botrytis, flavescence dorée, esca, eutypiose, ravageurs, tordeuses, cicadelles, érinose, cochenilles, auxiliaires.

LE BILAN DE SANTE DE LA VIGNE EN 2012.

LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques de 2012 ont sans doute été prédominantes en terme d'impact sur le volume et la qualité de la récolte, que ce soit directement (gel d'hiver ou de printemps) défaut de nouaison ou indirectement, notamment sur le développement des maladies. Bilan: une des plus petites récoltes depuis 40 ans, 20 % de moins qu'en 2011, 13 % par rapport aux 5 dernières années¹.

L'hiver se caractérise par un mois de février particulièrement froid, notamment pendant les 2 premières semaines où les températures descendent partout en dessous des -10 °C. Le thermomètre descend jusqu'à -15,4 °C en Arbois, -16,5 °C en Dordogne, -15 °C en Champagne. Les vignobles du Sud-Est ne sont pas épargnés: les températures descendent même jusqu'à -19°C localement. Sans être généralisés, les dégâts de gel se traduisent par une mortalité totale ou partielle des ceps, (essentiellement sur les vignes âgées ou sur jeunes plantations).



Après le gel hivernal, c'est le gel de printemps qui menace le vignoble. Les épisodes des 16-17 avril et 17 mai sont à l'origine de dégâts importants dans de nombreux vignobles. Les températures basses et des excédents de pluviométriques (pouvant aller jusqu'à 2 fois les quantités normales) ont entraîné une floraison poussive, étalée, parfois sur plus d'un mois, avec des conditions peu favorables à la fécondation ou à la nouaison: coulure et millerandage sont responsables d'une part importante du déficit quantitatif à la récolte.



La campagne est marquée par la multiplicité des épisodes orageux avec grêle touchant des surfaces importantes (16 communes du Var sont touchées le 27 mai, orage destructeur dans le Beaujolais le 29 juillet, plus de 1500 ha touchés les 30 juin et 1^{er} août sur le Côte d'Or, 80 % de dégâts sur certaines parcelles dans l'Ouest Audois,...).

Les "coups de chaleur" provoquent de l'échaudage qui a pu causer jusqu'à 20% de pertes de récolte dans certaines parcelles bourguignonnes.

L'ensemble de ces conditions météorologiques provoquent des hétérogénéités importantes à la véraison et à la maturation.

Malgré tout, les conditions de maturation sont plutôt jugées bonnes dans la plupart des vignobles avec un mois de septembre plutôt ensoleillé jusqu'au 20 septembre.

Année historique pour le mildiou.

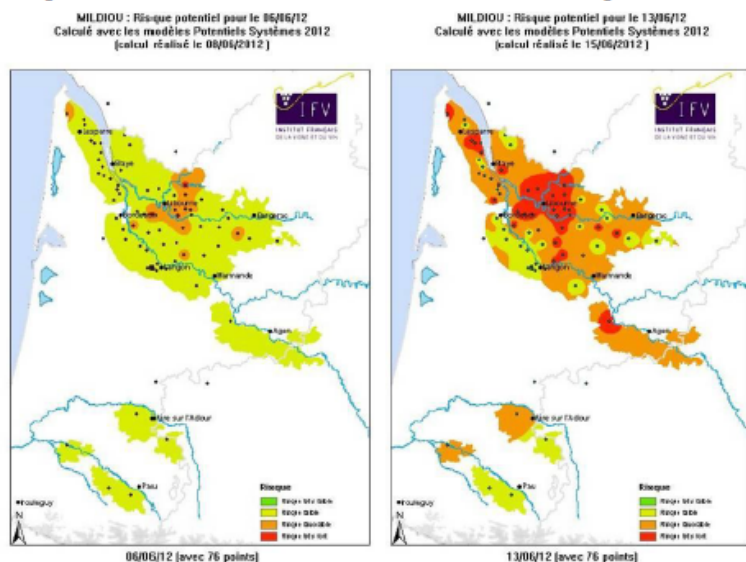
Suite aux conditions hivernales, les modèles annonçaient un risque potentiel mildiou plutôt faible. Mais les pluies qui se sont succédé tout au long du printemps et (pour certains vignobles) de l'été ont fait progresser puis renforcer la virulence de la maladie. Ce sont les vignobles de la façade Est qui ont le plus souffert. Les foyers primaires se sont déclarés très tôt: dès la première quinzaine de mai. Le cas du Beaujolais est symptomatique de cette progression. Les 1^{ères} contaminations se produisent le 14 avril; les premiers foyers primaires sont découverts le 3 mai; les premiers repiquages significatifs sont

observés entre le 12 et le 19 mai. Le 29 mai, toutes les parcelles des témoins non traités sont touchées. Puis, jusqu'au 15 août, 30 contaminations majeures affectent le vignoble. Du jamais vu! Un peu plus au Nord, en Bourgogne, la situation est différente. Si les modèles appelaient à la vigilance, les sorties de taches ont été peu nombreuses au mois de mai, situation liée sans doute à la fraîcheur des températures et aux travaux d'écimage qui ont pu éliminer les foyers primaires. Ainsi, les pluies des 8 au 11 et du 14 au 19 juin, survenues sur des situations plutôt saines n'ont pas fait progresser la maladie (sauf dans les parcelles témoins non traitées à partir du 21 juin). Finalement, selon les situations et la survenue des épisodes pluvieux, le facies rot brun a pu évoluer sur quelques parcelles mal protégées dans l'Yonne suite aux pluies des 10 et 12 juillet ou dans le sud de la Saône et Loire sur une situation déjà dégradée.

En Champagne, des taches sont signalées sur tout le vignoble dès le 18 mai, parfois directement sur grappe. La succession de pluies amplifie le risque par les contaminations secondaire (repiquages) et nouvelles contaminations primaires: au final 97 % des parcelles sont concernées par la présence de mildiou sur grappe et 2/3 d'entre elles ont plus 10 % de grappes attaquées. Mais, dans beaucoup de situation, les intensités restent heureusement limitées. Pression très forte également dans le Jura où 100 % des parcelles témoins non traitées présentent du mildiou avec une intensité moyenne sur grappe de 90 %.

L'incidence négative du mildiou sur la récolte caractérise les vignobles de l'Est, les épisodes contaminants ayant eu lieu pendant la période de grande sensibilité (floraison à nouaison): rot gris et surtout rot brun et amputent le rendement de 5 à 10 %. Cette intensité exceptionnelle du mildiou est supérieure à 2008 et se rapproche de celle de 1997.

Dans les vignobles de l'Ouest, l'activité du mildiou a également été intense. Dans les Charentes, les témoins non traités étaient proches de la destruction totale avec une intensité moyenne d'attaque sur grappe de 81 %. Dans ce vignoble, les premières taches ont été observées le 12 mai suite aux contaminations du 28 avril. Mais ce sont les pluies du 19 au 21 mai qui engendrent des contaminations de forte intensité et généralisées sur le vignoble à partir de début juin, à un stade particulièrement réceptif. Comme dans l'Est, les contaminations se poursuivent courant juin et juillet. Au final, des



pertes de récoltes en quantité (5 à 10 hl/ha) mais aussi en qualité. Cette progression est mise en évidence par la modélisation: en Aquitaine, le risque était qualifié de faible le 6 juin sur la plupart des situations. Une semaine plus tard, il passait de moyen à fort et a encore progressé les semaines suivantes : le 26 juin, on constatait une explosion des symptômes sur grappe dans 23 des 29 parcelles témoins non avec des fréquences allant de 1% jusqu'à 98% en Libournais et Montagne St-Emilion. Evolution semblable en Val de Loire. Dans tous ces vignobles les répercussions sur les

parcelles protégées dépendent essentiellement de la qualité de la protection (répartition sur la végétation, absence de "trous" de protection) : incidences quantitatives en fonction des attaques sur

inflorescence et de la présence de rot brun) et qualitatives (selon la présence de mildiou mosaïque pouvant retarder voire bloquer la maturation des raisins).

En Midi-Pyrénées, les situations sont assez variables. La pression du mildiou a été été moins soutenue sauf certains secteurs des Côtes de Gascogne. Le mois d'août a stabilisé la maladie à un niveau assez bas.

Les vignobles de la façade méditerranéenne montrent un profil différent de l'évolution de la maladie. En Provence et basse vallée du Rhône, les 1ers événements contaminants sont les pluies de la fin du mois d'avril. Le risque mildiou devient fort à la fin du mois de mai. La maladie progresse sur feuilles principalement, mais aussi sur grappes dans des situations tardives mal protégées. L'intensité est qualifiée de moyenne (forte dans le Sud de l'Ardèche). Les conditions estivales généralement sèches bloquent l'évolution de la maladie. Les intensités moyennes d'attaque sur grappes ne dépassent pas les 10 % et l'absence de rot brun et de mildiou mosaïque limitent les pertes quantitatives et qualitatives. Les pluies de la fin du mois d'août auront peu d'impact sauf sur les parcelles mal protégées au moment des risques élevés (dans l'Hérault notamment).