



TECH POINT

# MÉTAUX LOURDS

## CONTEXTE GÉNÉRAL

La sécurité du consommateur est primordiale. Dans les vins comme dans le secteur de l'agroalimentaire, les autorités compétentes limitent la présence de molécules susceptibles d'être dangereuses pour la santé (**Règlement (UE) 2023/915**). Ainsi, la concentration légale en métaux lourds est strictement encadrée : **la teneur maximale autorisée est de 0,20 mg/kg pour le plomb et 0,01 mg/kg pour le cadmium.**

### QU'EST CE QU'UN « MÉTAL LOURD » ?

Le terme « métal lourd » laisse de plus en plus sa place à celui de « ETM » pour **Élément Trace Métallique**. C'est une famille de composés dont il est difficile de définir toutes les propriétés d'un point de vue purement chimique. Cependant, ces éléments à l'état de trace « oligo-éléments » sont essentiels à la vie (hormis pour le plomb) mais **passé une certaine concentration, ils deviennent toxiques**. Les plus connus sont le cuivre, le fer, le zinc, le plomb, le cadmium, le cobalt, l'arsenic et le nickel.

### Les contraintes réglementaires s'appliquent sur les produits finis avant commercialisation mais qu'en est-il réellement de la concentration en métaux lourds dans les moûts et les vins en début de procédé d'élaboration ?

Si certaines pratiques visent à diminuer le risque de trouver des métaux lourds en concentration importante dans le vin (suppression de l'arsenic de soude comme produit phytosanitaire, disparition des alliages de fer et de laiton au profit de l'inox, etc.), on retrouve tout de même des concentrations importantes en cuivre dans les moûts.

En effet, les concentrations mesurées sont en moyenne supérieures à 0,5 mg/L, selon des études réalisées en interne sur les millésimes de 2015 à 2018 et qui concernent l'analyse de plus de 5000 moûts répartis dans le vignoble

français et Suisse. Pour le fer, certains vins présentant des concentrations supérieures à 10 mg/L nécessitent donc encore des traitements avant commercialisation (retours d'analyses de nos laboratoires situés dans toutes les régions viticoles françaises).

### QUELLES SONT LES SOURCES DE CONTAMINATION EN MÉTAUX LOURDS ?

Le cuivre provient essentiellement des **traitements phytosanitaires utilisant des dérivés à base de cuivre** telle que la bouillie bordelaise. Pour le fer, il peut provenir de **la terre de la vigne**, du **matériel de palissage** ou encore du **matériel de transport** et cela est d'autant plus important lorsque la vendange est réalisée par des machines à vendanger.

Vu les résultats obtenus sur moûts suite aux traitements à base de cuivre, nous nous sommes naturellement posés la question des concentrations en zinc et aluminium résiduelles que l'on pouvait trouver dans les moûts suite à des traitements phytosanitaires utilisant du Metirame Zinc ou du Phoséthyl d'aluminium.

A noter également que des contaminations en zinc peuvent également provenir du matériel galvanisé (alliage à base de zinc). Les analyses réalisées sur les moûts des millésimes 2017 et 2018 semblent indiquer des contaminations en aluminium et zinc beaucoup moins importantes et étendues que pour le cuivre; néanmoins certains moûts présentaient des concentrations de l'ordre du mg/L pour le zinc et l'aluminium sans que l'on sache pour le moment l'impact réel sur les moûts ou les vins (peu d'études sur le sujet, mais on peut imaginer un effet toxique à forte dose sur les micro-organismes et donc potentiellement des impacts réel sur les fermentations alcooliques et/ou malo-lactiques).

Les conséquences de la présence de métaux lourds sur moûts sont largement sous-estimées car la fermentation

# MÉTAUX LOURDS

alcoolique élimine une très grande partie de ceux-ci. En effet, les analyses de contrôle de ces métaux ne se font qu'au moment de la mise en bouteille, on comprend alors aisément que le producteur n'a jamais soupçonné que ses vins aient pu contenir des métaux lourds.

## POINT REGLEMENTAIRE

En plus de la traçabilité « classique » tenue par les caves (cahier de cave avec N° cuve, volume, nom produit, quantité, N° lot...), le traitement avec l'un des produits de la gamme DIWINE® doit faire l'objet d'une **inscription dans le registre de cave conformément au règlement (UE) 2019/934**. Les vins traités doivent également respecter les **teneurs maximales en contaminants fixées par le règlement (UE) 2023/915 (plomb : 0,20 mg/kg ; cadmium : 0,01 mg/kg)**.

Enfin, la mise en œuvre du traitement est placée **sous la responsabilité d'un œnologue ou d'un technicien qualifié, conformément au règlement (UE) 2024/3085**, et le produit doit être utilisé conformément à la réglementation en vigueur.

## OENOFRANCE® ET SON PÔLE R&D

**Les conséquences de la présence de métaux lourds dans les moûts et les vins sont lourdes :**

-  **Perturbation du déroulement de la fermentation alcoolique** (temps de latence accru, fin de fermentation difficile, mortalité accrue sur les levures pouvant conduire et dans certains cas au non enclenchement de la fermentation alcoolique ou des arrêts fermentaires).
-  **Perturbation dans le déroulement de la fermentation malolactique** (retard et/ou inhibition).
-  **Augmentation des phénomènes d'oxydation qui conduisent à la casse brune** ainsi qu'à la présence de composés cétoniques responsables de la fixation excessive de SO<sub>2</sub>. En effet, si l'on classe dans un tableau les différents couples d'oxydo-réduction des composés présents dans le vin, on s'aperçoit que les métaux apparaissent en début de tableau et correspondent aux couples les plus oxydants.
-  Diminution du potentiel aromatique des moûts de cépages caractérisés par leur contenu en thiols volatils.
- Action directe du cuivre sur les thiols volatils.**
-  Diminution du potentiel aromatique des vins de type fermentaires ou terpéniques. Action indirecte des métaux lourds qui catalysent des réactions d'oxydation conduisant à la **précipitation des précurseurs aromatiques**.
-  Présence au final dans les vins de teneurs en métaux lourds qui ne sont pas en adéquation avec la législation en vigueur.

Toutes ces conséquences néfastes pour les vins ont poussé SOFRALAB® à développer une gamme spécifique de produits autour d'un chélateur (piégeur) de métaux lourds.

	VOLT
$1/2 O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2O$	+0.816
$Fe^{3+} + 1e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$	+0.771
$Hg^{2+} + 1e^- \rightleftharpoons Hg$	+0.268
$Ag^+ + 1e^- \rightleftharpoons Ag$	+0.222
2,6-dichloroindophénol (oxydé) + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2,6-D.C.I.P. (réduit)	+0.222
$Cu^{2+} + 1e^- \rightleftharpoons Cu^+$	+0.170
$SO_4^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons H_2SO_3 + H_2O$	+0.170
$S + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2S$	+0.140
$S_4O_6^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons 2S_2O_3^{2-}$	+0.09
ac. déhydroascorbique + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ acide ascorbique	+0.06
ac. fumarique + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ acide succinique	+0.031
ac. oxalique + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ acide malique	-0.102
éthanal + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ éthanol	-0.103
riboflavine + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ leuoriboflavine	-0.182
ac. pyruvique + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ acide lactique	-0.190
$2SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons S_2O_6^{2-} + 2H_2O$	-0.200
R-S-S-R + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2RSH	-0.220 < E' <sub>s</sub> < -0.270 selon R
$NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons NADH + H^+$	-0.32
$H^+ + 1e^- \rightleftharpoons 1/2 H_2$	-0.42
ac. acétique + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ⇌ éthanol	-0.60
$SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e^- \rightleftharpoons S_{(0)} + 6OH^-$	-0.66
$2SO_3^{2-} + 2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons S_2O_4^{2-} + 4OH^-$	-1.12

Pouvoir oxydant
Pouvoir réducteur

**Tableau 1** - Potentiels standard E'<sub>s</sub>, E<sub>0</sub> de couples rédox d'intérêt œnologique à pH7

## HISTORIQUE

L'histoire a commencé en 2003 avec les premiers essais laboratoires. En 2004, un dossier a été présenté à l'OIV pour faire valider l'utilisation de cette pratique dans les moûts et les vins. Entre 2005 et 2006, de nombreux essais industriels ont été mis en place ce qui a conduit au dépôt d'un brevet d'application français en 2007. Il a fallu attendre 2014 pour que l'OIV valide l'utilisation de cette pratique et c'est en 2015 qu'elle sera rendue légale par l'Union Européenne (UE).

# MÉTAUX LOURDS

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

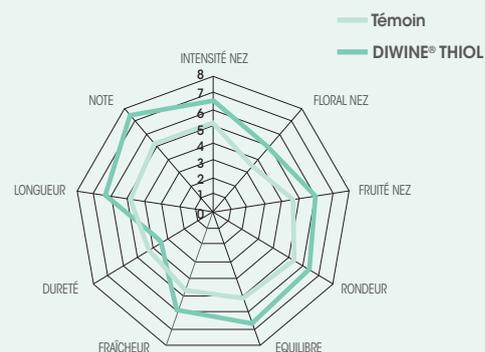
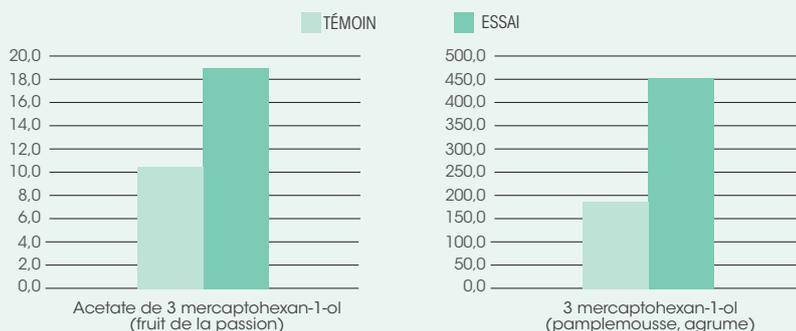
### DIWINE® Thiol



#### ESSAI DIWINE® THIOL

Essai réalisé sur un moût de Sauvignon blanc du Languedoc présentant un niveau initial de cuivre de 2,07 mg/L. La dose de DIWINE® THIOL a été de 50 g/hL et la levure utilisée la SELECTYS® THIOL à 20 g/hL.

#### Composés aromatiques essais DIWINE® THIOL



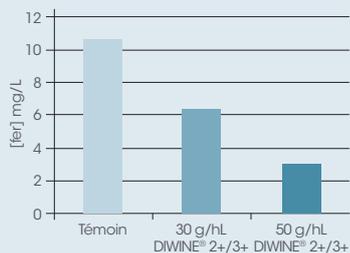
### DIWINE® 2+/3+



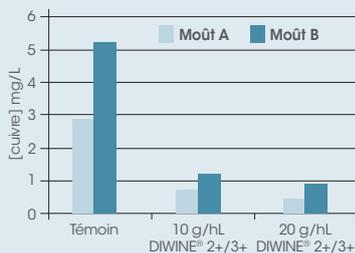
#### ESSAI DIWINE® 2+/3+

Résultats du traitement par DIWINE® 2+/3+ de divers vins et moûts contenant des métaux lourds : cas d'un vin rouge de Grenache avec 11 mg/L de fer, cas de deux jus de raisin contenant 5,44 mg/L et 2,92 mg/L de cuivre, cas d'un vin contenant 1100 µg/L d'aluminium.

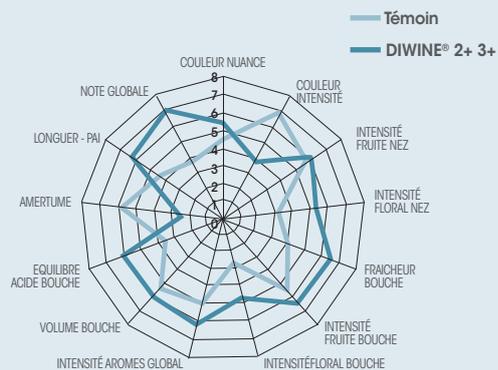
#### Impact de DIWINE® 2+/3+ sur un vin rouge présentant un risque avéré de casse ferrique



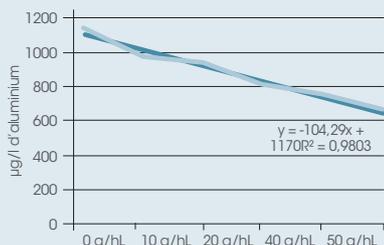
#### Impact de DIWINE® 2+/3+ sur deux moûts présentant une très forte concentration en cuivre



#### Analyse sensorielle. Impact de DIWINE® 2+/3+ sur du GRENACHE



#### Essai d'élimination de l'aluminium par doses croissantes de DIWINE® 2+/3+



**DIWINE® 2+/3+ réduit significativement les concentrations en fer, cuivre et aluminium permettant aux vins de se conformer aux contraintes de mise en marché.**

# MÉTAUX LOURDS

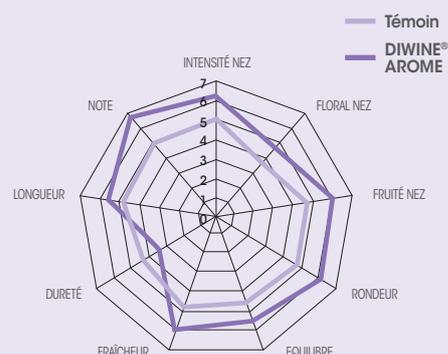
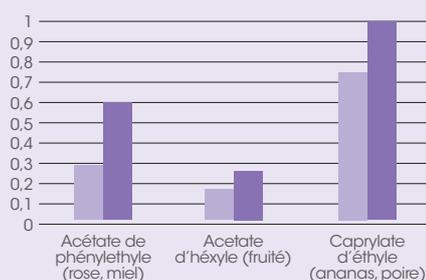
## DIWINE® Arôme



### ESSAI DIWINE® AROME

Essai réalisé sur un moût de Vermentino blanc du Languedoc présentant un niveau initial de cuivre de 2,06 mg/L. La dose de DIWINE® AROME a été de 20 g/hL et la levure utilisée la SELECTYS® LA FRUITÉE à 20 g/hL.

#### Composés aromatiques essais DIWINE® ARÔME



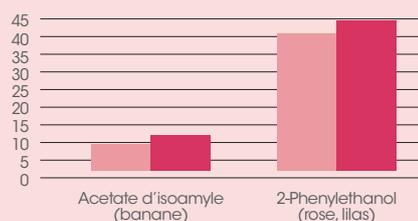
## DIWINE® SR



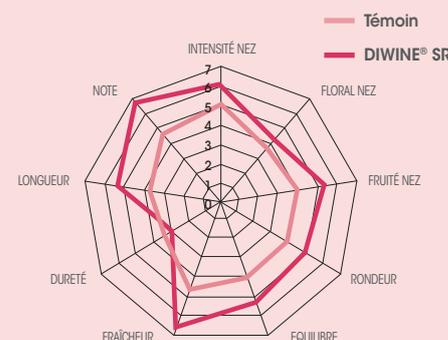
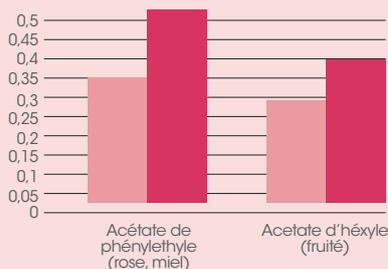
### ESSAI DIWINE® SR

Essais réalisés sur un rosé de Gamay du Val de Loire présentant un niveau initial de cuivre de 5,96 mg/L. La dose de DIWINE® SR a été de 100 g/hL et la levure utilisée la SELECTYS® LA FRUITÉE à 20 g/hL.

#### Concentration en composés aromatiques sur un vin



#### Composés aromatiques essais DIWINE® SR



#### Tests de Pinking réalisés sur deux vins blancs AVEC ET SANS utilisation de DIWINE® SR

##### Protocole

Test basé sur un apport de 0,3 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 30% dans un volume d'échantillon de 100 mL de vin en comparaison au même vin sans H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Les échantillons sont analysés après 12h de repos à l'obscurité sur des flacons non bouchés. Le PINKING est mesuré à 500 nm si variation < 0,05 ==> Test négatif

**Remarque : la mesure est réalisée sur une cuve de 1 cm de trajet optique.**

		Témoïn	30 g/hL de DIWINE® SR
Test PINKING	Variation DO <sub>500</sub>	0,215	0,025
	Résultat test	Positif	Négatif

Résultat vin blanc N°1 avec très fort risque de pinking

		Témoïn	30 g/hL de DIWINE® SR
Test PINKING	Variation DO <sub>500</sub>	0,072	0,046
	Résultat test	Positif	Négatif

Résultat vin blanc N°2 faible risque de pinking

# MÉTAUX LOURDS

## GAMME DE 4 PRODUITS POUR RÉPONDRE À 4 PROBLÉMATIQUES

### DIWINE® Thiol

**Application :**

sur moûts issus de cépages aromatiques riches en précurseurs de thiols  
(*Sauvignon Blanc, Colombard, Petit Manseng, Vins Rosés*)

**Dose d'utilisation :**

15 à 70 g/hL

**RÔLE PRÉVENTIF  
POUR PROTÉGER**  
et permettre  
la pleine expression  
des cépages  
contenant  
des précurseurs  
des thiols volatils.

### DIWINE® 2+/3+

**Application :**

sur moûts et sur vins

**Dose d'utilisation :**

5 à 50 g/hL

**RÔLE CURATIF  
POUR REMPLACER**  
le phytate  
de calcium  
ou le ferrocyanure  
de potassium.

### DIWINE® Arôme

**Application :**

sur moûts destinés à des vins aromatiques  
au profil fermentaire ou variétal

**Dose d'utilisation :**

15 à 70 g/hL

**RÔLE PRÉVENTIF  
POUR PROTÉGER**  
et éviter l'oxydation  
des composés  
aromatiques  
fermentaires ou des  
composés aromatiques  
liés à des sucres dans  
certains cépages.

### DIWINE® SR

**Application :**

sur moûts destinés  
à des vins rosés aromatiques

**Dose d'utilisation :**

20 à 100 g/hL

**RÔLE PRÉVENTIF  
POUR ÉVITER**  
l'oxydation des rosés,  
la perte aromatique  
ainsi que le picking.  
Intérêt pour la  
stabilisation protéique  
ainsi que pour le  
contrôle de la couleur.