

# Réduction des doses de cuivre métal en viticulture biologique

AIVB-LR

Campagne 2006

Ce programme a été mis en place avec le soutien financier de la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt, de Viniflor et du Conseil Régional Languedoc-Roussillon dans le cadre du XIIème contrat état-région, filière viti-vinicole, volet recherche-expérimentation viti-vinicole.

## REDUCTION DES DOSES DE CUIVRE EN VITICULTURE BIOLOGIQUE

AIVB-LR : Nicolas CONSTANT

Maison des Agriculteurs - Bât A - Mas de Saporta - CS 40 031

34 875 LATTES CEDEX

[constant.aivb@wanadoo.fr](mailto:constant.aivb@wanadoo.fr)

### OBJECTIFS DE L'ETUDE

**Vérifier l'efficacité de différents programmes de réduction de doses de cuivre contre le mildiou en viticulture biologique.**

Depuis 2002, l'AIVB-LR travaille sur le thème des réductions des doses de cuivre en viticulture biologique. Ces quatre dernières années nous ont permis d'analyser les pratiques actuelles des viticulteurs de la région (enquêtes 2003) et de proposer une série de Règles De Décision (RDD) pour optimiser les apports cupriques (essais 2004). Au cours de ces différentes années, la pression mildiou a été relativement faible sur l'ensemble des parcelles expérimentales. Afin de pallier à cette difficulté, en 2005, nous avons poursuivi les essais sur les parcelles de viticulteurs (essais en grandes parcelles), mais également mis en place un essai en station expérimentale. Dans ce type d'essai, les parcelles sont inoculées en mildiou et brumisées régulièrement afin de créer des conditions très favorables au développement du mildiou.

Compte tenu des difficultés méthodologiques et de l'absence de mildiou sur les parcelles de viticulteur, nous ne renouvelons pas ce type d'essai cette année.

En 2006, nous souhaitons valider l'efficacité des différentes doses de cuivre en optimisant les apports en fonction des risques de développement de la maladie. La première application a été réalisée juste avant l'inoculation et les renouvellements ont été appliqués après le lessivage du traitement précédent, lessivage obtenu sur cette parcelle par aspersion. Seule une modalité a été conduite à l'identique de l'année dernière : première application avant l'inoculation et renouvellements initiés à partir de l'apparition des symptômes sur cette partie.

Compte tenu du contexte économique vécu par les producteurs, nous avons intégré cette dimension dans notre expérimentation en incluant la comparaison de deux produits cupriques différents un « entrée de gamme » et un autre « haut de gamme ». Par ailleurs, nous avons testé un produit sous numéro, ne contenant pas du tout de cuivre.

# PROTOCOLE

## 1) Description de l'essai

L'essai a été mis en place par la société Staphyt (Villetelle, Gard), dans le respect des recommandations de la méthode CEB.

### Parcelle expérimentale :

**Cépage :** grenache

**Année de Plantation :** 1998

**Densité de plantation :** 2 X 1,3 m

**Mode de taille :** cordon de royat

**Texture du sol :** Limon sableux

**Conduite de la vigne :** pour les traitements autres que ceux concernant la protection contre le mildiou, la parcelle est conduite en viticulture conventionnelle, avec désherbage en plein.

**Environnement de la parcelle :** vignes

### Protocole :

**Dispositif expérimental :** blocs de Fisher à 3 répétitions, avec témoin non traité (TNT) exclu,

**Parcelles élémentaires :** 7 souches,

**Inoculation :**

- organes traités : face inférieure de toutes les feuilles du premier cep de chaque parcelle élémentaire
- méthode utilisée : une solution de spores en suspension
- date de la contamination : 18 mai
- matériel utilisé : Pulval
- apparition des premiers symptômes (sur les souches inoculées) : 26 mai

**Brumisation :**

- matériel utilisé : asperseurs
- rythme : 1 à 3 nuits consécutives par semaine en fonction des conditions climatiques.
- apport par brumisation : arrosage pendant 2 minutes toutes les 4 minutes de 20 H à 6 H, soit l'équivalent de 10 mm / nuit, sauf pour les deux premiers arrosages (cf. figure 3).

**Modalités :**

- **M 1 :** témoin non traité (TNT)
- **M 2 :** Héliocuire utilisé à la dose de 0,75 L/ha (soit 300 g de cuivre métal par application). 1<sup>er</sup> renouvellement : avant 1<sup>ère</sup> brumisation
- **M 3 :** Héliocuire utilisé à la dose de 1,5 L/ha (soit 600 g de cuivre métal par application). 1<sup>er</sup> renouvellement : avant 1<sup>ère</sup> brumisation

- **M 4** : Gypsy 50 utilisé à la dose de 1,2 kg/ha (soit 600 g de cuivre métal par application). 1<sup>er</sup> renouvellement : avant la première brumisation
- **M 5** : variation de dose d'héliocuvivre : 0,75 l/ha sur toutes les applications, sauf les 3 qui encadreront la floraison pour lesquels la dose sera portée à 1,5 l/ha. 1<sup>er</sup> renouvellement : avant 1<sup>ère</sup> brumisation.
- **M 6** : Héliocuvivre utilisé à la dose de 1,5 l/ha (soit 600 g de cuivre métal par application). 1<sup>er</sup> renouvellement : après l'apparition des premières taches sur le parcelle (hors ceps inoculés)
- **M 7** : SF 05 B2 utilisé à la dose de 0,8 l/ha. 1<sup>er</sup> renouvellement : avant 1<sup>ère</sup> brumisation

**Figure 1 : Plan de la parcelle :**

| VIGNE                 |                       |                       |        |        |        |                       |       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|--------|-----------------------|-------|-----------------------|
|                       | TNT                   |                       | TNT    |        |        |                       |       |                       |
| V<br>I<br>G<br>N<br>E | V<br>I<br>G<br>N<br>E | V<br>I<br>G<br>N<br>E | M7     | M6     | M5     | V<br>I<br>G<br>N<br>E | VIGNE | V<br>I<br>G<br>N<br>E |
|                       |                       |                       | M6     | M5     | M4     |                       |       |                       |
|                       |                       |                       | M5     | M4     | M3     |                       |       |                       |
|                       |                       |                       | M4     | M3     | M2     |                       | TNT   |                       |
|                       |                       |                       | M3     | M2     | M7     |                       | VIGNE |                       |
|                       |                       |                       | M2     | M7     | M6     |                       |       |                       |
|                       |                       |                       | Rang 1 | Rang 2 | Rang 3 |                       |       |                       |
| CHEMIN                |                       |                       |        |        |        |                       |       |                       |

**Traitements :**

- matériel utilisé : pneumatique
- volume d'eau / ha : 200 l/ha
- date d'application : le premier traitement est réalisé juste avant l'inoculation. Les applications sont renouvelées avant chaque période de brumisation. Pour la modalité 6, le premier renouvellement aura lieu après l'apparition des symptômes sur la parcelle (hors ceps inoculés).

**Tableau 1 : calendrier des traitements cupriques sur les quatre modalités traitées**

|   |            | Doses de cuivre/modalité (g Cu/ha/application) |               |               |               |               |          |
|---|------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| Date  | Traitement | M 2  | M 3           | M 4           | M 5           | M 6           | M 7      |
| 17 mai  | T1         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 300 g         | 600 g         | 0        |
| 24 mai  | T2         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 600 g         |               | 0        |
| 31 mai  | T3         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 600 g         |               | 0        |
| 7 juin  | T4         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 600 g         |               | 0        |
| 14 juin   | T5         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 300 g         |               | 0        |
| 21 juin   | T6         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 300 g         | 600 g         | 0        |
| 28 juin   | T7         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 300 g         | 600 g         | 0        |
| Sous total au 1 <sup>er</sup> comptage          |            | 2100 g   | 4200 g        | 4200 g        | 3000 g        | 1800 g        | 0        |
| 5 juillet                                       | T8         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 300 g         | 600 g         | 0        |
| 12 juillet                                      | T9         | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 300 g         | 600 g         | 0        |
| 19 juillet                                      | T10        | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 300 g         | 600 g         | 0        |
| 27 juillet                                      | T11        | 300 g  | 600 g         | 600 g         | 300 g         | 600 g         | 0        |
| <b>TOTAL</b>                                    |            | <b>3300 g</b>                                  | <b>6600 g</b> | <b>6600 g</b> | <b>4200 g</b> | <b>4200 g</b> | <b>0</b> |
| Coût annuel du produit*                         |            | 76 €   | 152 €         | 55 €          | 97 €          | 97 €          | 176 €**  |
| Coût de l'application (matériel + main d'œuvre) |            | 314 €  | 314 €         | 314 €         | 314 €         | 200 €         | 314 €    |
| Coût total des traitements***                   |            | 390 €  | 466 €         | 369 €         | 411 €         | 297 €         | 490 €    |

\* calculés à partir des prix annoncés dans le coût des fournitures 2006 ;

\*\* Prix annoncé par la société distributrice en France : le produit n'a pas encore d'autorisation de mise sur le marché en tant que fongicide, mais est déjà commercialisé sur le territoire en tant qu'engrais foliaire « répondant à la norme du règlement 2003/2003 EU »

\*\*\* Coût prévisionnel indicatif 2005 des machines agricoles (BCMA) (tracteur 4 roues motrices, 75 ch, 500 h/an, pulvérisateur pneumatique viticole traitant 250 ha/an, 20 minutes/ha = temps passé uniquement pour l'application (sans remplissage et déplacements)) : 28 € 59 / ha (jusqu'à 64 € / ha en tenant compte des déplacements)

La figure n°7 présente le calendrier des traitements, inoculation, brumisation et pluviométrie de la campagne.

**Notations :**

- Début de campagne : dans les semaines suivant l'inoculation, un passage par semaine pour noter l'apparition des premiers symptômes,
- Observations en fréquence et intensité au stade nouaison et véraison.
- A la vendange : notation de défoliation.

A chaque comptage et chaque notation (fréquence et intensité), nous calculerons l'efficacité des modalités à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Efficacité}_{\text{Modalité}} = (\text{Notation}_{\text{TNT}} - \text{Notation}_{\text{Modalité}}) / \text{Notation}_{\text{TNT}}$$

### **Analyse statistique :**

Une analyse de variance avec test de Newman-Keuls à 5 % est effectuée à l'aide du logiciel XL Stat.

Lors des observations, une forte hétérogénéité de présence de mildiou pouvait être observée entre les différents rangs (disposition des rangs, cf figure 1, page 5). Le rang 2, sur lequel étaient placés les asperseurs, présentait a priori plus de symptômes que les deux autres rangs. Une analyse de variance sur l'influence du rang a été réalisée pour chaque notation. Elle s'est avérée être statistiquement significative pour toutes les notations sauf pour les notations (fréquence et intensité) sur grappe au stade « début fermeture de la grappe ». De plus, cet effet « rang » est systématiquement supérieur à l'effet « modalité ». En conséquence, l'analyse statistique de la comparaison des moyennes des modalités a été réalisée après avoir retiré l'effet « rang » du modèle statistique.

Compte tenu de l'influence du rang sur la présence de mildiou, pour une même modalité (toutes les modalités étaient présentes sur les 3 rangs), il y avait une forte variabilité des résultats. Cette variabilité « intra-modalité » perturbait la comparaison de la variabilité « inter-modalité ». Le retrait de l'effet « rang » avant la comparaison des moyennes entre les modalités permettait de s'affranchir de cet effet.

Cependant, les notations sur le TNT n'ont pas été faites sur les mêmes rangs que ceux des modalités (cf figure 1, page 5). Il n'était donc pas possible de prendre en compte l'effet « rang » dans la comparaison des moyennes du TNT et des modalités.

En conséquence, pour chaque notation, deux analyses statistiques ont été effectuées :

- ANOVA au seuil de 5% entre les modalités et le TNT : vérifier l'effet de chaque modalité par rapport au TNT
- ANOVA au seuil de 5% entre les modalités après avoir retiré l'effet « rang » : comparer le comportement des différentes modalités

Dans les tableaux et graphes de la partie « Résultats », lorsque les regroupements du test de Newman et Keuls sont différents, ils sont présentés tous les deux.

Rappel : dans le test de Newman et Keuls, deux modalités dont les écarts ne sont pas significatifs sont représentés par la même lettre (A, B, C...). Dans le cas contraire, elles sont représentées par deux lettres différentes.

## **2) Résultats**

Malgré les brumisations régulières, l'apparition « significative » du mildiou sur la parcelle (en dehors des pieds inoculés) a été relativement tardive. De fait, la notation prévue au stade « nouaison » a été reportée au « début fermeture de la grappe ».

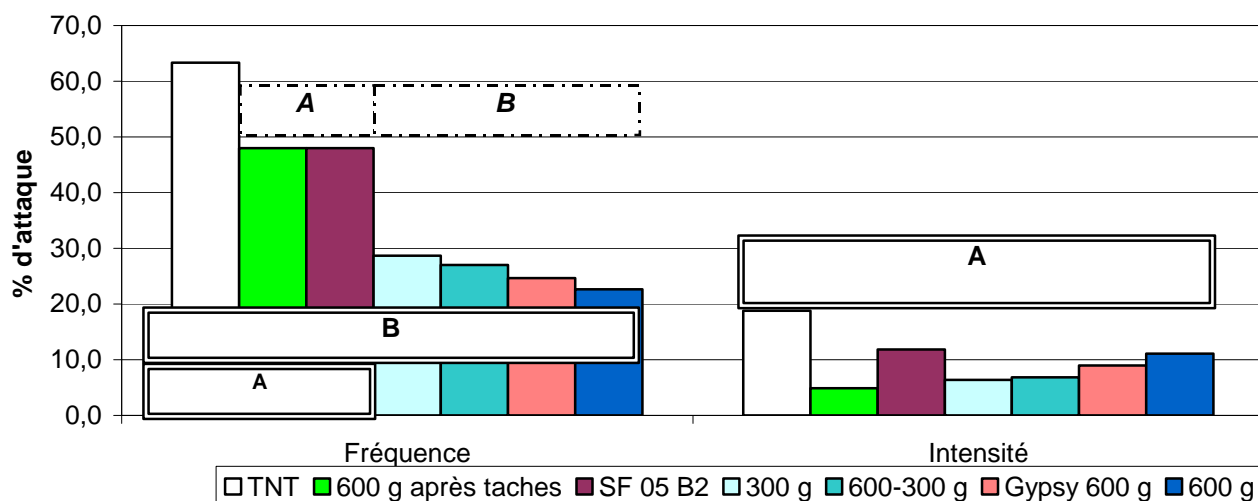
### *a) Résultats au stade « début fermeture de la grappe »*

Le tableau 2 ainsi que les figures 2 et 3 présentent les résultats obtenus lors de cette notation

**Tableau 2 : notations et efficacités sur feuilles et grappes au stade « début fermeture de la grappe »**

| Modalité           | Feuilles  |    |   |            |      |   | Grappes    |      |   |            |      |   |            |
|--------------------|-----------|----|---|------------|------|---|------------|------|---|------------|------|---|------------|
|                    | Fréquence |    |   | Intensité  |      |   | Fréquence  |      |   | Intensité  |      |   |            |
| TNT                | 63,3      | AB | - | Efficacité | 18,8 | A | Efficacité | 51,3 | A | Efficacité | 15,4 | A | Efficacité |
| 600 g après taches | 48        | AB | A | 24%        | 4,9  | A | 74%        | 16   | B | 69%        | 2,2  | B | 85%        |
| SF05B2             | 48        | AB | A | 24%        | 11,9 | A | 37%        | 16,7 | B | 68%        | 3,5  | B | 77%        |
| 300 g              | 28,7      | A  | B | 55%        | 6,4  | A | 66%        | 10,8 | B | 79%        | 1,6  | B | 90%        |
| 600-300 g          | 27        | A  | B | 57%        | 6,9  | A | 63%        | 7    | B | 86%        | 0,7  | B | 97%        |
| 600 g Gypsy        | 24,7      | A  | B | 61%        | 9    | A | 52%        | 8    | B | 84%        | 0,5  | B | 96%        |
| 600 g              | 22,7      | A  | B | 64%        | 11,1 | A | 41%        | 5,3  | B | 90%        | 1,7  | B | 89%        |

**Figure 2: notation sur feuilles au stade « début fermeture de la grappe »**



A : résultat du test de Newman et Keuls au cours de l'ANOVA entre les modalités et le TNT  
A : résultat du test de Newman et Keuls au cours de l'ANOVA entre les modalités

**Commentaires sur feuilles :**

A ces dates, les différentes modalités ont reçu 7 applications de cuivre, sauf la modalité 6 qui n'a reçu que 3 traitements (cf tableau n°1). Cette dernière n'a notamment pas été protégée entre les stades « Boutons floraux agglomérés » et « grains de la taille petit pois ».

En fréquence, deux modalités ne se différencient pas statistiquement du TNT : la modalité n'apportant pas de cuivre et celle dont le renouvellement a été retardé

Pour les autres modalités, les écarts ne sont pas significatifs. On constate que les modalités se classent dans l'ordre des doses de cuivre reçues : les meilleurs efficacités sont obtenues par les modalités apportant 600 g de cuivre par traitement puis par celle ayant apporté 600 g en début de campagne puis 300 g ensuite et enfin la modalité apportant 300 g à chaque application. La seconde ANOVA confirme que le niveau de protection des modalités 6 et 7 est inférieur aux autres modalités traitées.

En intensité, aucune modalité ne se différencie du TNT. La modalité sans cuivre étant la plus proche des notations sur le TNT.

**Figure 3** : opérations effectuées du 10 mai au 22 août 2006

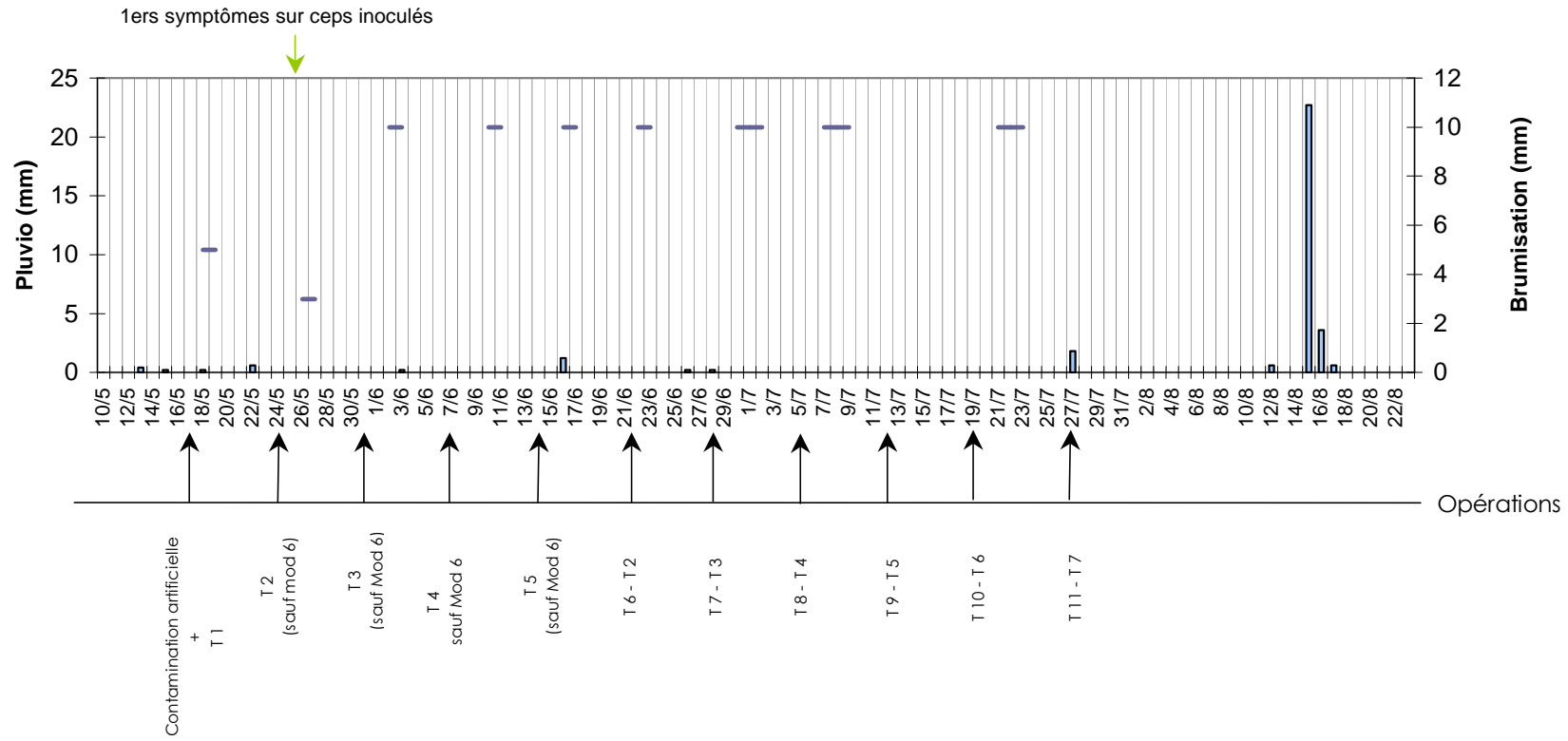
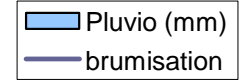
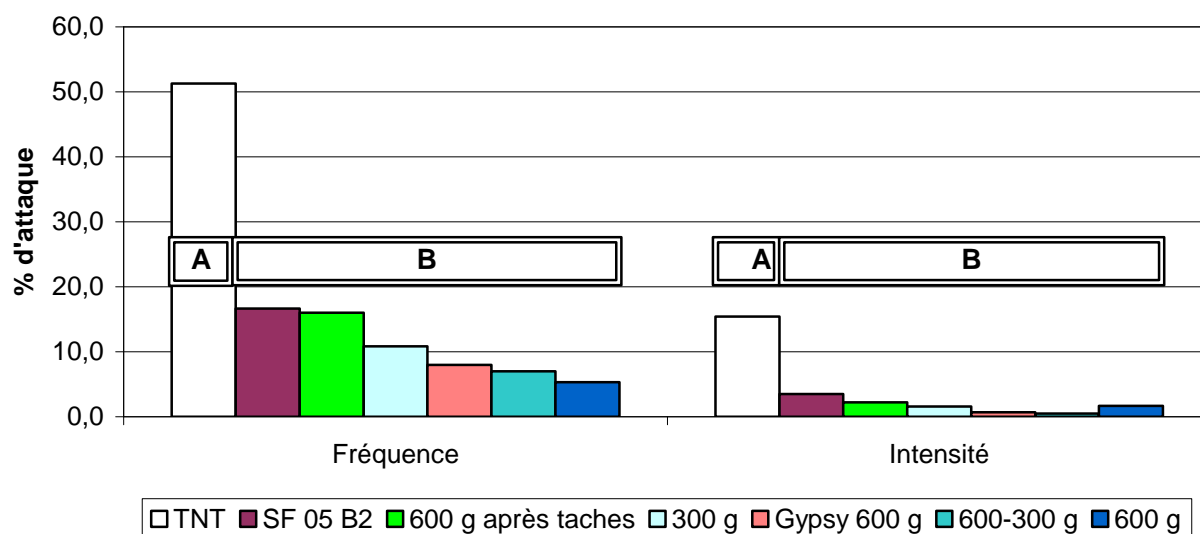


Figure 3 : notation sur grappes au stade « début fermeture de la grappe »



**Commentaires sur grappes :**

Quelque soit la modalité considérée, les écarts avec le TNT sont significatifs, mais pas entre elles. En fréquence, les modalités se classent dans un ordre similaire à celui des notations sur feuilles. Les deux modalités apportant le moins de cuivre étant les plus proches du TNT, puis les modalités M2, M4, M5 et M6.

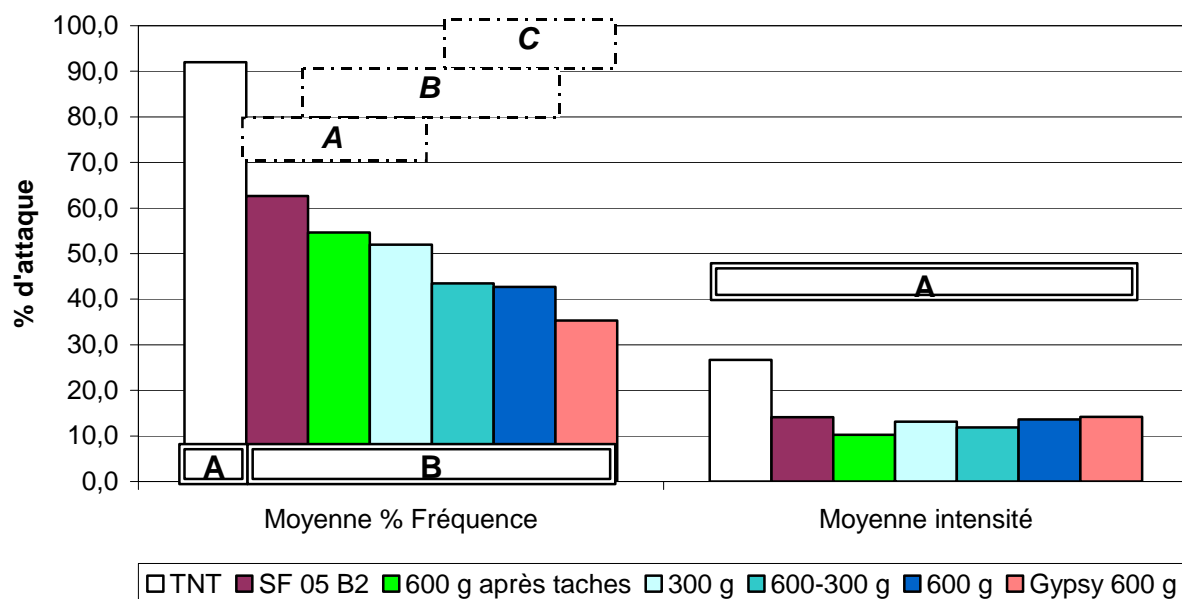
Les intensités sont extrêmement faibles sur toutes les modalités, y compris sur celles apportant peu voire pas de cuivre.

b) Résultats au stade « Début véraison »

Tableau 3 : notations et efficacités sur feuilles et grappes au stade « début véraison »

| Modalité           | Feuilles  |   |    |            |           |   |            | Grappes   |   |    |            |      |   |            |
|--------------------|-----------|---|----|------------|-----------|---|------------|-----------|---|----|------------|------|---|------------|
|                    | Fréquence |   |    |            | Intensité |   |            | Fréquence |   |    | Intensité  |      |   |            |
| TNT                | 92        | A | -  | Efficacité | 26,7      | A | Efficacité | 88        | A | -  | Efficacité | 61,4 | A | Efficacité |
| 600 g après taches | 54,7      | B | AB | 41%        | 10,3      | A | 62%        | 36,7      | A | A  | 58%        | 20,6 | B | 66%        |
| SF05B2             | 62,7      | B | A  | 32%        | 14,1      | A | 47%        | 41,3      | A | A  | 53%        | 27,9 | B | 55%        |
| 300 g              | 52        | B | AB | 43%        | 13,1      | A | 51%        | 30,7      | A | AB | 65%        | 20,2 | B | 67%        |
| 600-300 g          | 43,5      | B | BC | 53%        | 11,9      | A | 55%        | 25,5      | A | AB | 71%        | 14,2 | B | 77%        |
| 600 g Gypsy        | 35,3      | B | BC | 62%        | 14,2      | A | 47%        | 26,7      | A | AB | 70%        | 10,1 | B | 83%        |
| 600 g              | 42,7      | B | C  | 54%        | 13,6      | A | 49%        | 18,7      | A | B  | 79%        | 12,1 | B | 80%        |

**Figure 4 : notations sur feuilles au stade « début véraison »**

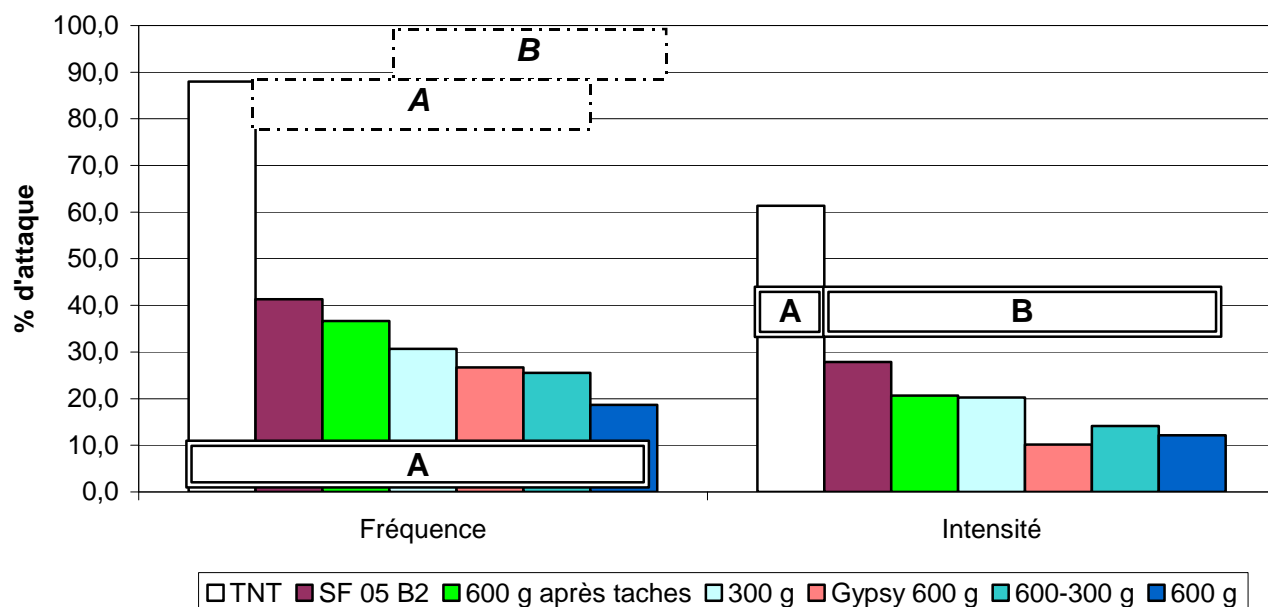


**Commentaires sur feuilles :**

En fréquence, l'écart avec le TNT est significatif pour toutes les modalités. La seconde ANOVA permet d'affiner l'analyse. Seules les modalités 7 et 4 ont des écarts statistiquement significatifs. En tendance, les trois modalités qui apportent le moins de cuivre (M2, M6 et M7) appartiennent au même groupe (A) et les trois qui apportent le plus de cuivre (M3, M4 et M5) sont également regroupées ensemble (groupe C).

En intensité, les notations ne permettent pas de mettre en évidence des différences entre les modalités en le TNT.

**Figure 5 : notations sur grappes au stade « début véraison »**



### Commentaires sur grappes :

En fréquence, l'analyse ne permet pas de mettre en évidence de différence entre les modalités et le TNT. La seconde analyse met en évidence une différence entre les modalités M6 et M7 et la modalité 3.

### **3) Conclusion**

Les résultats de la modalité de référence (modalité 3 : apport de 600 g de cuivre par application avec le produit de référence (Héliocuire)) sont cohérents avec ceux qui ont pu être obtenus dans d'autres essais (cf résultats du groupe de travail « cuivre » de l'ITAB).

**Modalité 2 :** apport de 300 g de cuivre métal par traitement. Statistiquement, les résultats obtenus sur cette modalité sont toujours comparables à ceux obtenus par la meilleure des modalités (sauf pour la notation en fréquence sur feuilles au stade début véraison). Par contre, en tendance, on peut dire que lors de la première notation (début fermeture de la grappe) les résultats sont très proches des trois meilleures modalités (apport de 600 g de cuivre) et que pour la notation suivante (début véraison) ses résultats sont plus proches des modalités apportant peu de cuivre en départ de végétation.

**Modalité 4 :** apport de 600 g de cuivre métal par traitement. Produit utilisé Gypsy 50. Le prix unitaire de ce produit est 55% inférieur à celui du produit de référence (cf coût des fournitures). Etant plus dosé que l'Héliocuire, l'écart de prix à dose de cuivre comparable est supérieur : 64% pour un apport de 600 g de cuivre métal. Les résultats obtenus par cette modalité sont identiques à ceux obtenus par la modalité de référence. Ce résultat est encourageant mais il convient de préciser qu'il n'est valable que dans les conditions de cet essai. En effet, la principale différence entre deux spécialités commerciales à base d'hydroxyde de cuivre tient dans la formulation, notamment dans les adjuvants qui les composent. Les propriétés de ces adjuvants sont multiples, notamment quant à la qualité de pulvérisation, de la rétention de la pulvérisation et de la résistance au lessivage. Dans cet essai, les applications ont été faites face par face à l'aide d'un appareil à dos. Dans ces conditions, la qualité d'application des produits est optimale. Le bénéfice que peuvent apporter les adjuvants de formulation sont difficiles à mettre en évidence. Il serait intéressant de comparer ces deux modalités en « conditions réelles » chez un producteur pour lequel les conditions de traitements (réglage du pulvérisateur, conditions météorologiques...) ne sont pas toujours optimales. Dans le rapport technique rédigé par la société Staphyt, il est d'ailleurs mentionné que le produit compacte un peu et qu'il est difficile à dissoudre.

**Modalité 5 :** apport de 600 g de cuivre en encadrement floraison et de 300g ensuite. Par rapport à la modalité de référence (M3), les apports de cuivre sont réduits de 36%, pour des écarts au niveau notation qui ne sont jamais statistiquement significatifs de ceux obtenus par la modalité de référence. Cette stratégie semble donc être intéressante pour réduire les doses de cuivre tout en maintenant un niveau de risque acceptable.

**Modalité 6 :** apport de 600 g de cuivre métal par application. 1<sup>er</sup> renouvellement après l'apparition des symptômes. Le retardement du premier renouvellement a une incidence inévitable sur la fréquence d'attaque du mildiou. Par contre, celle-ci ne se retrouve pas en ce qui concerne l'intensité. Ces résultats ont été obtenus sur grenache, cépage particulièrement sensible au

mildiou. Sur des cépages moins sensibles (ex : syrah, merlot) cette stratégie n'avait pas eu les mêmes conséquences lors d'essai réalisés en condition naturelle chez des producteurs. Cette stratégie est particulièrement risquée sur les parcelles ou cépages sensibles au mildiou.

Le coût de cette modalité est identique à celui de la modalité 5, si l'on ne tient compte que du coût des produits. Cependant, ce coût est nettement inférieur en prenant en compte également le coût de l'application (Main d'œuvre + pulvérisateur). Economiquement, cette modalité est donc intéressante par rapport à la précédente sur les parcelles peu sensibles à l'oïdium ou sur les domaines viticoles équipés de poudreuses pour traiter l'oïdium. Dans ces deux situations, les passages de pulvérisateurs sont spécifiques aux traitements anti-mildiou (et dans une moindre mesure aux traitements insecticides). L'économie d'un traitement anti-mildiou permet d'économiser un passage de pulvérisateur.

**Modalité 7 :** SF 05 B2, aucun apport de cuivre. Ce produit a une efficacité démontrée, le niveau d'attaque sur cette modalité est significativement inférieur à celui observé sur le Témoin Non Traité pour la majorité des notations. Malgré tout, cette modalité est celle qui apporte le niveau d'efficacité le moins élevé, pour un coût supérieur aux autres modalités. Ce surcoût peut être compensé par le fait que ce produit est avant tout un engrais foliaire et qu'en tant que tel peut apporter des bénéfices autres que la simple protection contre le mildiou.

Seul, ce produit n'est pas suffisant pour maîtriser le mildiou en cas d'attaque conséquente. Cependant, le rapport entre son niveau d'efficacité et l'économie de cuivre qu'il permet de faire peut être intéressant. Compte tenu de l'importance du cuivre en départ de végétation, il pourrait être intéressant de le tester dans le cadre d'un programme, dans lequel les premiers traitements seraient effectués avec du cuivre puis (après nouaison) remplacé par le SF05B2. Une dernière application de cuivre à la fin de la croissance de la vigne permettrait de bénéficier de l'ensemble des bénéfices de cette application (aoûtement, conservation automnale des feuilles, efficacité contre le mildiou mosaïque).

*En fréquence, l'ordre de classement des modalités est stable d'une notation à l'autre : les deux modalités apportant le moins de cuivre en départ de végétation (M6 et M7) ont les fréquences d'attaque les plus fortes durant toute la campagne. A l'opposé, les trois modalités qui apportent le plus de cuivre en départ de végétation (jusqu'à nouaison) (M3, M4 et M5) sont celles qui ont les fréquences d'attaque les plus faibles. La modalité qui apporte de faibles doses (300 g) tout au long de la campagne a un comportement intermédiaire entre ces groupes. En tendance, cette modalité est plus proche des modalités « 600g » en début de végétation mais plus proche des deux autres modalités par la suite. L'apport de 300g de cuivre par traitement est suffisant pour maîtriser le mildiou en début de végétation mais insuffisant par la suite. Les résultats obtenus dans le cadre d'autres essais (cf réseau de l'ITAB) montre qu'une augmentation des doses de cuivre ne suffit pas à compenser l'apport de trop faibles doses en départ de végétation. Par contre, les résultats obtenus dans cet essai avec la modalité M5 (600 g de cuivre en début de végétation et 300 g par la suite) montre qu'une bonne maîtrise du mildiou en départ de végétation permet de réduire les doses de cuivre par la suite. Le cuivre apporté en départ de végétation a donc une influence sur l'évolution du mildiou même tardive.*

*Les deux modalités apportant le moins de cuivre (M6 « 600 g après l'apparition des taches » et M7 « SF 05 B2 ») ont des comportements similaires. Les écarts avec les autres modalités sont surtout notables en fréquence. L'explication tient, à la stratégie adoptée (M6) et au mode d'action du produit (M7). Pour la modalité 6, la stratégie consistait à attendre que le mildiou*

*« s'installe » sur la parcelle avant de ré-intervenir. La présence de mildiou s'est maintenue toute la campagne sur cette modalité. Le produit SF 05 B2 agit par dessiccation des organes du champignon en place. Il est donc principalement efficace sur du mildiou déjà installé, d'où l'impact moins marqué sur la fréquence (représentative de l'extension du champignon à l'échelle du cep). Par contre, en intensité, ces deux modalités ne se différencient jamais des autres modalités traitées : leur efficacité est comparable.*

## **Conclusion générale des essais 2006**

Dans cet essai, les meilleures efficacités constatées l'ont été sur les modalités qui apportaient le plus de cuivre (600g de cuivre métal par application) en encadrement floraison. Parmi ces trois modalités, une apportait des doses réduites par la suite (300 g de cuivre métal) : cette réduction des apports cupriques n'a pas pénalisé l'efficacité de la modalité. Au final, les résultats sont donc comparables pour une économie de cuivre de l'ordre de 35%. Les deux autres modalités apportant 600g de cuivre comparaient deux spécialités commerciales différentes à base d'hydroxyde de cuivre (Héliocuire et Gypsy 50) : dans les conditions de cet essai (station expérimentale, application face par face avec un appareil à dos) les résultats de ces deux modalités sont comparables. La modalité apportant 300 g de cuivre par application a eu un comportement comparable aux modalités « 600g » en début de végétation, mais un comportement inférieur par la suite.

Enfin, le produit SF05B2 s'est différencié du témoin non traité, significatif de son efficacité non négligeable. Par contre, les résultats obtenus ont été systématiquement inférieurs à ceux des différentes modalités cupriques. Seul il serait probablement insuffisant pour maîtriser une attaque conséquente de mildiou. Par contre, il pourrait être intéressant d'envisager l'utilisation de ce produit dans le cadre d'un programme incluant l'utilisation de dose réduite de cuivre.

---

---

### **Remerciements**

Nous tenons à remercier :

- La société Staphyt pour la mise en oeuvre de l'essai en parcelle expérimentale,
- Les sociétés Samabiol et Arysta pour la mise à disposition des produits cupriques,
- La DRAF, le conseil régional Languedoc-Roussillon et Viniflor pour leur soutien financier indispensable à la réalisation de ce travail.