

LE SOUFRE ET LA PROTECTION DES CULTURES. HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN.

par Jean-Louis **Bernard**¹

Au XIX^{ème} siècle, l'introduction en Europe de l'oïdium de la vigne a été ruineuse pour l'économie viticole. En dix années à peine (1847-1856), l'étude de moyens destinés à combattre ce fléau a permis :

- d'ouvrir véritablement une nouvelle discipline : la protection des cultures,
- de donner son point de départ à la pharmacopée phytosanitaire,
- de créer un pont entre agriculture et industrie chimique, bien avant l'arrivée des engrais de synthèse,
- de jeter les bases de ce que nous appelons aujourd'hui l'agrofourmiture,
- de développer le domaine spécifique du matériel d'application.

Si la recherche de *Vitis* américaines résistantes à l'oïdium s'est traduite par quelques succès, elle a déclenché une catastrophe majeure avec l'introduction successive du phylloxera (1873), du mildiou (1878)... dont l'action destructrice cumulée a nécessité la refondation du vignoble européen.

1. De la désinfection des locaux à l'arrivée de l'oïdium de la vigne

La connaissance des propriétés « purificatrices » du soufre est bien antérieure à Homère. En agriculture, Caton l'Ancien (vers 150 av. JC) fait appel au soufre pour contrer la pyrale de la vigne avec une recette qui constitue le premier exemple de lutte chimique en Occident. On l'utilise au XV^{ème} siècle pour désinfecter les locaux durant l'épidémie de peste noire et un premier signalement de ses propriétés fongicides est dû à William Forsyth (1802).

Observé pour la première fois en Europe en 1845 sous serre en Angleterre, l'oïdium de la vigne gagne très vite la France et se répand sur le vignoble européen où les vendanges s'effondrent en 1852. La récolte française de 1854 atteint un plancher historique avec 10 800 000 hl contre plus de 50 000 000 hl en 1847. Le prix du vin flambe. Alors que Duchartre, Hardy et Grison confirment l'intérêt du soufre, Gonthier construit un soufflet destiné à projeter de la fleur de soufre sur les vignes préalablement mouillées. En 1853 à Thomery, Rose Charmeux expérimente avec succès le poudrage à sec et Henri Marès, dans l'Hérault, confirme la valeur de la méthode, précise et vulgarise son emploi. L'usage généralisé du soufre en poudre permet à la production de retrouver dès 1858 son niveau de 1847.

Avant 1885, la viticulture utilise du **soufre trituré** obtenu par blutage de la poudre résultant du broyage des canons de soufre, du **soufre sublimé** extrait par distillation, mais aussi des **soufres précipités**, du « **soufre noir** » sous-produit de la fabrication du gaz d'éclairage et différents

¹ Membre correspondant, section IX, Syngenta Agro SAS, Relations Extérieures & Environnement, 78212 - St Cyr l'École Cedex.

mélanges contenant du soufre. Vers 1880, les trois poudrages annuels préconisés font appel à 120 à 150 kg/ha/an de soufre trituré ou 80 à 90 kg/ha/an de fleur de soufre. En 1885, la découverte de la bouillie bordelaise qui suit l'arrivée du mildiou de la vigne oblige à compléter les poudrages par des pulvérisations cupriques. Les différentes formes de soufre en poudre n'étant ni solubles ni miscibles à l'eau en l'état, les vignerons souhaitent réduire la charge de travail et les coûts en incorporant un anti-oïdium aux bouillies anti-mildiou, d'où la recherche de nouvelles solutions.

L'efficacité du soufre provient de son aptitude à se sublimer à proximité des organes où se trouve l'inoculum infectieux, d'où l'importance de la *nature du soufre utilisé*, de la *finesse* des particules, de la qualité de l'*application* et de la *formulation*. Son activité anticryptogamique, faible en-dessous de 18°, optimum à 23-25°, peut s'accompagner de phytotoxicité au delà de 35° selon la nature des formulations. Capable de pénétrer dans les organes du champignon, le soufre interfère avec la chaîne respiratoire ce qui ralentit la production d'ATP, arrête la croissance voire détruit le cryptogame. Ce mode d'action simple basé sur un mécanisme fondamental du monde aérobie minimise le risque d'apparition de résistances et lui confère une polyvalence d'action étendue, en particulier sur les oïdiums dont le mycélium est externe au végétal parasité.

2. Les industries nées de l'emploi du soufre à usage agricole

a) L'industrie du soufre proprement dite

Avant l'oïdium de la vigne, l'industrie utilise le soufre pour blanchir la laine ou la soie, fabriquer l'acide sulfurique, la poudre à canon, les allumettes... Dès 1856, la demande agricole amène à créer en urgence des *sublimeries* et des *tritureries*, usines délicates à piloter et à haut risque d'incendie. Néanmoins, des dizaines d'unités voient le jour autour de Marseille, Montpellier, Frontignan, Sète, Narbonne ainsi qu'à Bordeaux. Au début du XXe siècle, la concurrence augmente avec l'arrivée de nouveaux entrepreneurs et de sulfures sous-produits de l'industrie pétrolière et gazière. Vers 1900, la protection du vignoble exige près de 100 000 t/an et parfois plus de 150 000 t/an.

b) Le machinisme d'application

Le poudrage à sec posant un problème d'application à grande échelle, des dispositifs simples tels que « boîtes à soufrer » ou soufflets sont mis au point par de nombreux artisans et petits industriels. Puis, des hottes à soufrer sont conçues pour augmenter la rapidité des interventions et accroître l'autonomie des applicateurs. Pour le manipulateur, les matériels performants portés à dos restent lourds et leur utilisation s'accompagne souvent d'irritations oculaires occasionnées par les poussières. Contraintes qui conduisent à la mise au point vers 1885 de soufreuses à grand travail. Ces différents appareils ont donné naissance à une nouvelle industrie qui est celle du machinisme d'application.

c) La recherche d'alternatives au soufre et la phytopharmacie

Durant un siècle, remplacer le soufre s'est révélé un exercice bien difficile. Ni la piste des variétés de vigne résistantes, ni les mesures de protection indirecte n'ont permis de fournir de solution efficace généralisable. L'emploi du permanganate de potassium comme alternative aura un succès limité. La véritable concurrence apparaît en 1977-78 avec des composés comme le triadiméfon et le fénarimol. Ce sont des fongicides systémiques dotés à très faible dose de propriétés préventives et curatives sur oïdium. Les matières actives de ce type mises au point avant 1990 ont un impact considérable sur le marché du soufre mais rencontrent des phénomènes de résistance. Les stratégies modernes de protection du vignoble ont largement réhabilité le soufre qui cohabite aujourd'hui avec plusieurs familles de fongicides de synthèse.

3. La position actuelle du soufre pour la protection des cultures

a) Principaux usages du soufre seul ou associé

Dans le cadre des AMM, la polyvalence d'action du soufre est actuellement disponible pour 27 cultures où de nombreuses spécialités sont préconisées pour contrôler des parasites, des acariens voire des problèmes physiologiques (rugosité). Le soufre possède de nombreux effets secondaires positifs et son profil demeure intéressant sur les arthropodes auxiliaires. De ce fait, il est recommandé dans les cahiers des charges de productions agricoles raisonnées, intégrées ou biologiques.

b) Evolution de son marché principal : la viticulture

Si au début du siècle la consommation nationale de soufre destiné au vignoble avoisine les 100 000 t par an, elle décroît ensuite régulièrement : 65 000 t entre 1923-41, 54 000 t sur la période 1944-69, 44 000 t entre 1969-81, puis 32 000 t entre 1980-86, pour toucher le fond avec 13 423 t en 1988. Les causes de cet effacement sont multiples :

- amenuisement des surfaces de vignes,
- concurrence du soufre mouillable micronisé dont la dose d'emploi moyenne avoisine les 8 kg/ha,
- percée des nouveaux anti-oïdiums qui prennent 60% des surfaces protégées sur la fin de la période.

Actuellement, plus de 99% des vignes sont traitées contre l'oïdium. Le soufre représente près du tiers des surfaces, en équilibre relatif avec les fongicides de synthèse.

c) Autres usages du soufre pour la protection des cultures

En arboriculture, le soufre a vu son utilisation s'étendre considérablement après 1945 avec l'apparition de grands vergers spécialisés. Aujourd'hui, il représente près de 15% des applications fongicides en verger. Outre les cultures dites mineures, il demeure précieux sur cucurbitacées.

d) Place du soufre dans la consommation des produits phytopharmaceutiques

Le débat actuel sur la quantité des produits phytosanitaires utilisés par l'agriculture pourrait influencer négativement le soufre, fongicide de loin le plus pondéreux de la pharmacopée française :

- en viticulture : plus de 70% du tonnage total des fongicides utilisés ;
- pour les vergers : 15% des surfaces traitées mais 50% des quantités de fongicides ;
- le soufre représente à lui seul 20 à 25% du tonnage de l'ensemble des substances phytopharmaceutiques utilisées par nos agriculteurs !

Toute pression aveugle à la réduction des quantités est de nature à pénaliser fortement son emploi, substituable pour de nombreux usages par des produits autorisés à moins de 100 g ma/ha.

5. Perspectives

Un point essentiel : **il n'existe pas de résistance des cryptogames parasites au soufre**. Sa présence dans la pharmacopée sécurise une protection des cultures qui repose sur l'alternance des substances actives. Par ailleurs, **ce fongicide minéral n'est pas au bout de son évolution**. Les plus récentes de ses formulations innovantes vont dans le sens d'un meilleur confort d'utilisation et d'une sélectivité accrue. Son avenir est conditionné par la **révision européenne des substances**

actives découlant de la directive 91/414 CEE pour laquelle plusieurs industriels importants se sont rapprochés afin de constituer un dossier de défense commun.