

Le pollen, indicateur de la production viticole

Bernard Besselat et Pierre Cour

Connaître le plus tôt possible, au cours d'une campagne agricole, le volume des productions est un facteur capital d'amélioration de la gestion des marchés. Il peut être ainsi possible d'intervenir plus précocement et de mettre en place, pour la période de la récolte future, des systèmes de régulation qui permettent d'atténuer les effets des variations annuelles des productions et de mieux adapter offre et demande. Ce besoin est d'autant plus marqué que l'on s'adresse à des marchés très spéculatifs comme celui des vins. En effet, la prévision du volume de la récolte sur pied est une préoccupation qui motive constamment l'ensemble des partenaires de la filière viti-vinicole, tant pour des enjeux économiques que techniques : maîtrise des rendements ou organisation des vendanges.

Depuis une douzaine d'années, le Cemagref et le CNRS collaborent à la mise au point d'une méthode intégrée de prévision de récolte à partir du dosage pollinique de l'atmosphère. En effet, les grains de pollen émis par les plantes dans l'atmosphère constituent, par leur seule présence ou par leur abondance, d'excellents témoins d'événements biologiques ou climatiques qui se manifestent à une échelle régionale.

L'analyse quantitative des émissions polliniques a été mise au point par le laboratoire de Palynologie de Montpellier (CNRS-USTL) qui a montré, dès 1980, l'intérêt de cette analyse en agriculture pour une prévision de récolte. Des travaux conduits par le Cemagref dans les disciplines agro-météorologique et agro-statistique ont permis l'intégration de l'analyse pollinique dans un système global et opérationnel de prévision.

Une méthodologie en quatre étapes

La méthodologie mise en œuvre définit une démarche en quatre étapes qui sont exposées brièvement ci-après.

1^{re} étape : la définition des sites de prélèvement

La représentativité des émissions polliniques interceptées est fonction de la localisation de la station de prélèvement par rapport à l'environnement à étudier. Ainsi, il est nécessaire de déterminer avec précision, au sein du vignoble pour lequel la prévision doit être établie, le site d'implantation des appareils de mesure. Une étude préalable doit donc permettre d'acquérir une bonne connaissance du vignoble. Ce travail repose d'abord sur une typologie (structures et volumes de production) de la zone que l'on veut échantillonner, complétée par des études particulières d'ordre climatique et topographique et une visite sur le terrain.

2^e étape : le recueil des informations de terrain

Deux appareils spécifiques sont nécessaires. (photo 1). Un intercepteur de flux polliniques omnidirectionnel, sur lequel on expose simultanément deux unités filtrantes, assure un échantillonnage permanent des masses d'air.

Une station météorologique adaptée, comprenant une girouette et un anémomètre totalisateur, permet l'enregistrement des quantités d'air véhiculées par direction au cours de chaque période d'exposition des unités filtrantes.

Les filtres, exposés durant des périodes de deux à quatre jours pendant la floraison, interceptent ainsi

Bernard Besselat
Cemagref
50 av. de Verdun
33612 Cestas

Pierre Cour
Laboratoire de
Paléoenvironnements
et Palynologie
Institut des sciences
de l'évolution (CNRS -
UMR 54,55)
Université Montpellier II
place E. Bataillon
34095 Montpellier



▲ Photo 1. - Intercepteur de flux pollinique et station météorologique associée (photo Cemagref, B. Besselat)

les grains de pollen émis par les cultures puis véhiculés par les masses d'air. Suivant un protocole rigoureusement défini, un observateur assure la maintenance de la station : changement des unités filtrantes et enregistrement des quantités de vent passées. Après leur exposition, les unités filtrantes sont ensachées, répertoriées, puis expédiées par voie postale au laboratoire de traitement.

Un suivi agronomique des vignobles permet d'obtenir les conditions de culture. Ces informations sont recueillies par l'intermédiaire d'un rapport agronomique codifié.

3^e étape : l'analyse quantitative des émissions polliniques

La technique de laboratoire peut être scindée en deux parties distinctes : le traitement physico-chimique des unités filtrantes et l'analyse pollinique proprement dite. L'analyse microscopique quantitative fractionnelle permet d'évaluer les quantités de pollen contenues, en moyenne, par mètre cube d'air. L'utilisation de cette technique à des fins de prévisions de récolte est possible grâce à son haut degré de précision et de fiabilité.

4^e étape : l'exploitation des résultats

Elle comprend deux phases.

- Une période préalable d'étalonnage, d'une durée de 5 à 6 ans, permet la mise en évidence de la relation émission pollinique-production. Le choix de la courbe de régression est effectué après examen des trois critères statistiques suivants : visualisation du nuage de points, valeur du coefficient de détermination et validation croisée sur les années disponibles.

- Durant la phase opérationnelle, la courbe de régression sélectionnée est utilisée pour prévoir le volume potentiel des récoltes des années suivantes, compte tenu de l'importance du dosage des émissions polliniques produites par le vignoble échantillonné.

Les données polliniques annuelles doivent être exploitées en liaison avec le suivi agronomique de la zone étudiée afin de prendre en compte l'évolution de la végétation et des faits marquants ayant pu influencer l'importance de la récolte. De même, un suivi rigoureux de l'évolution des surfaces et des volumes de production, selon les critères définis par la typologie établie dans l'étude préalable, complète notre analyse. Avant de diffuser une prévision, il convient en effet de détecter un certain nombre de situations pour lesquelles les résultats des analyses polliniques ne peuvent pas être utilisés directement.

Le réseau de postes en Europe

On dispose, en Europe, d'un réseau global d'une soixantaine de postes (figure 1).

Cinquante stations apportent une information viticole sur l'ensemble de l'aire de culture de la vigne. Les autres postes sont orientés sur d'autres plantes pérennes (oliviers, agrumes, noyers).

Une partie restreinte du réseau, essentiellement en France, est déjà opérationnelle, en fournissant en temps réel une prévision par zone échantillonnée. Mais la majorité des postes, d'implantation plus récente, est encore destinée à étudier le comportement de la méthode sur l'aire de culture de la vigne.

Ces réseaux sont développés, en collaboration par les deux organismes, le Cemagref en assumant la maîtrise d'œuvre.

Le financement de ce programme de recherche est assuré, pour la plus grande part par des fonds publics, essentiellement communautaires, par l'intermédiaire du Centre commun de recherche d'ISPR, mais également par des crédits nationaux (en France, Office national interprofessionnel des vins). Une partie des fonds provient également d'organismes professionnels, comme l'Institut du vin de Porto ou le Conseil interprofessionnel du vin de Bordeaux.

■ La détermination du potentiel quantitatif

Pour étudier les relations entre l'émission pollinique et la production, on distingue les stations selon leur ancienneté. Il est ainsi possible de différencier les résultats français de ceux qui sont acquis sur le territoire européen. Deux étapes, en analogie avec l'ancienneté des stations, peuvent être présentées : la première, à partir d'implantations françaises, sur les stations ayant le plus de recul, puis la seconde à partir des postes répartis sur l'ensemble du vignoble européen.

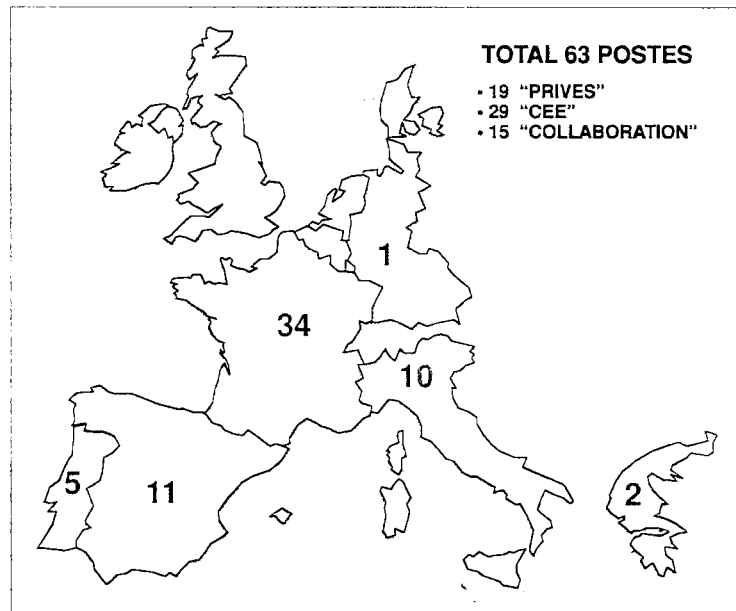
En France

Un travail complet peut être retenu car on dispose d'un nombre assez important de stations (12), réparties dans différents vignobles (zone méditerranéenne, façade atlantique et Champagne), avec une antériorité de fonctionnement de 6 à 11 ans. Ces stations sont, dans leur majorité, actuellement utilisées à des fins de prévisions de récolte pour le compte d'organismes professionnels viticoles.

Les résultats sont appréciés à partir de la régression calculée entre l'intensité des émissions polliniques et la production. Sur ces 12 postes, on dispose de 82 couples annuels de données pollen-production dont 80 sont utilisables.

Le coefficient de corrélation est significatif au seuil de probabilité de 1 % pour les 12 stations. Les écarts entre les productions réelles et les données ajustées sont faibles : selon les postes, l'écart moyen varie de 1 à 11 % et l'écart maximal se situe dans la fourchette de 3 à 30 %. On obtient 66 cas (83 % des situations) avec un écart inférieur à 10% et quatre cas (5 % des situations) avec un écart supérieur à 20 %. L'exemple de la figure 2 reprend les résultats acquis dans le vignoble bordelais.

Ce jugement global, très positif, doit cependant être modulé par l'interprétation des configurations

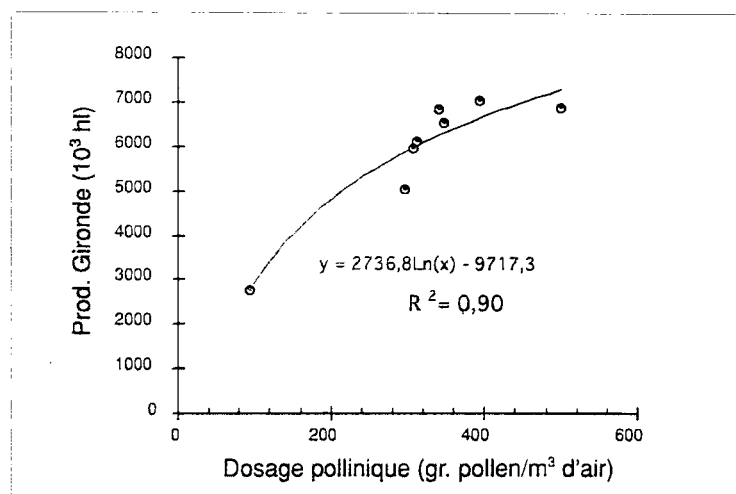


où les écarts sont les plus importants. Ainsi, sur les 80 couples annuels retenus, l'analyse des 9 cas où l'on note un écart annuel supérieur à 12 % met en évidence les deux profils.

▲ Figure 1. - Répartition des postes de capture pollinique en Europe

Il peut y avoir tout d'abord une perte accidentelle de représentativité, pour une année, de la zone échantillonnée par rapport au vignoble étudié. Il s'agit, par exemple, de l'influence d'une gelée de printemps dont les dégâts affectent de manière non uniforme le site échantillonné et l'ensemble du vignoble. On obtient, ici, un meilleur ajustement avec les volumes de production de la zone proche du poste qu'avec ceux de l'ensemble du vignoble.

Figure 2. - Poste de Rauzan (1988 à 1995). Courbe de régression entre la production de vin et les captures polliniques en Gironde ▼



La méthode garde ici tout son intérêt mais sa zone de validité est réduite.

Ensuite, un facteur intervenant après la floraison peut modifier le potentiel de récolte. L'origine de ces situations est d'ordre parasitaire ou climatique. La prévision précoce doit être corrigée (à la baisse ou à la hausse) au cours de l'été et complétée par des informations provenant d'autres sources (observations de terrain et simulations agro-climatiques). Il faut toutefois signaler que ce type de situation est peu fréquent, ceci montrant bien la faible influence des conditions post-florales dans les vignobles étudiés et pour les années de référence.

En Europe, des résultats moins précis

Le travail réalisé sur l'ensemble de l'aire de culture de la vigne en Europe permet une approche plus globale mais les résultats sont plus fragmentaires car, selon les stations, on ne dispose que d'un recul de deux à six ans. Aussi, il est préférable de n'indiquer actuellement que quelques grandes tendances plutôt que d'élaborer une synthèse précise avec test statistique, comme pour le chapitre précédent. Pour les 58 couples de données pollen-production disponibles pour les années 1992 à 1994, la relation est jugée satisfaisante dans 56 % des cas et moyenne dans 21 % des cas. Les 29 % des cas restants peuvent être divisés en deux groupes. Pour le premier, qui totalise environ la moitié des situations, les conditions post-florales ont modifié de manière notable le potentiel de récolte estimé à la floraison. Les autres sources d'erreurs, classées dans le second groupe, sont essentiellement inhérentes à la méthode qui, compte tenu de la forte extension géographique de la zone de test, fait apparaître des problèmes nouveaux liés à la diversité des situations rencontrées.

Globalement, on constate que les résultats sont moins bons à l'échelle européenne qu'en France avec des difficultés du même ordre, mais une fréquence d'apparition plus élevée. Comme indiqué ci-dessus, l'influence des facteurs post-floraux peut modifier fortement le potentiel précoce de récolte acquis à la floraison. Ce profil de situation se rencontre surtout dans les vignobles du sud de l'Europe où des problèmes d'alimentation hydrique et de maîtrise imparfaite des facteurs de production (culture plus ou moins extensive de la vigne) exercent une nette influence sur le niveau de la récolte. Des travaux de recherche sont en cours afin de quantifier les effets de ces facteurs et d'ac-

tualiser, en cours de campagne, la prévision précoce issue de l'analyse pollinique.

On note également quelques problèmes de représentativité de stations de prélèvement dont les causes ne sont pas toujours clairement identifiées. Des difficultés pour un recueil d'informations statistiques fiables pénalisent aussi l'utilisation de la méthode.

■ *Appréciation précoce du potentiel qualitatif*

La mesure des émissions polliniques produites par les vignobles permet, en outre, de déterminer avec précision la période, la durée et le déroulement de la floraison à une échelle régionale.

Des observations mettent en évidence l'existence d'un rythme biologique annuel, les durées entre les stades phénologiques majeurs (débourrement, floraison, véraison, maturité) étant moins variables que les variations des principaux paramètres de milieu agissant au cours des mêmes périodes (facteurs thermiques essentiellement). Ainsi, grâce à la connaissance des dates de la floraison (début, apprécié par les premières captures polliniques, et stade demi-floraison correspondant à la période du maximum des enregistrements), il est possible de prédire les dates des stades phénologiques ultérieurs : véraison et maturité. Par exemple, pour le merlot en Gironde, l'écart floraison-véraison est de 66 jours \pm 2 et l'intervalle véraison-récolte de 44 jours \pm 2.

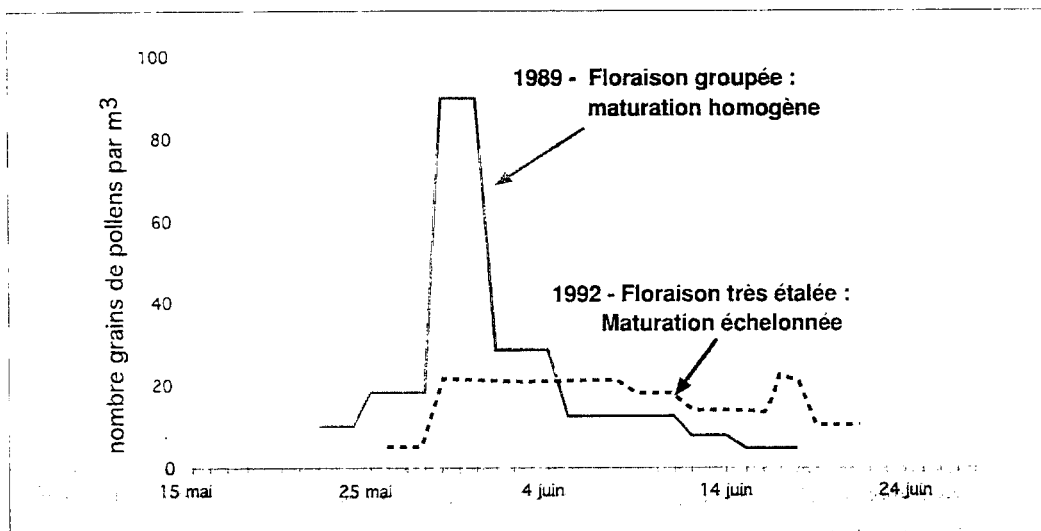
L'allure générale de la courbe de pollinisation peut être une première caractérisation du millésime que des contrôles ultérieurs affineront. La figure 3 en donne un exemple.

Une floraison rapide et groupée ou, à l'inverse, modulée et se prolongeant excessivement entraînera soit une maturation homogène des baies, gage d'une bonne qualité des moûts, soit une maturité plus échelonnée, signe de conditions de vendange plus difficiles.

Ainsi les informations apportées peuvent être une aide précieuse pour la conduite à tenir au vignoble dans une démarche de recherche d'une qualité optimale.

Le transfert de technologie

La prévision de récolte est un élément important pour la gestion du marché des vins. Les décideurs,



◀ Figure 3. – Caractéristiques de deux floraisons dans le vignoble de Saint-Emilion (Gironde)

quel que soit leur niveau d'intervention, régional, national ou communautaire, sont à la recherche d'informations fiables et indépendantes.

Ainsi, les résultats acquis sont jugés suffisants pour envisager un transfert de technologie vers des structures privées en vue de la mise en œuvre d'un projet opérationnel. Celui-ci sera effectif à l'horizon 1998. Des appels d'offre communautaires vont être lancés dans ce sens courant 1996.

Le volume des récoltes connu trois mois avant les vendanges

Confirmant l'importance la période florale, la synthèse des résultats obtenus en France montre clairement l'intérêt de cette méthode en vue d'une connaissance précoce - trois mois avant les vendanges - du volume des récoltes.

L'extension de ce travail sur l'ensemble des vignobles européens permet d'apprécier la complexité du phénomène étudié. Il pose par ailleurs, en termes nouveaux, le problème de la mise en œuvre d'un système fonctionnel de prévision de récolte sur une échelle de travail nettement différente.

Si les résultats des analyses des émissions polliniques atmosphériques permettent la connaissance du niveau potentiel des récoltes acquis à la floraison, ils n'apparaissent pas toujours suffisants, à eux seuls, pour établir une prévision de production, principalement dans les régions du sud de l'Europe, où les conditions post florales contribuent

de manière sensible à la détermination de l'importance de la récolte. Ainsi, les informations issues de l'analyse pollinique doivent être incluses dans un système plus global prenant en compte les conditions de végétation qui surviennent entre la floraison et la récolte.

Conçu à partir d'une méthode d'analyse pouvant être standardisée, ce nouvel outil de prévision de récolte, de par la simplicité de sa mise en œuvre et son faible coût, présente, au regard des résultats obtenus, un intérêt certain pour la gestion du marché des vins tant au niveau d'une région d'AOC qu'à une échelle plus globale. L'utilisation d'une prévision précoce peut également être envisagée en tant qu'aide pour la détermination de mesures à appliquer dès la « nouaison », dans le cadre de la mise en place d'une politique de maîtrise des rendements.

L'élaboration actuelle de projets opérationnels doit déboucher sur une utilisation fonctionnelle, à l'échelle européenne, à l'horizon 1998. □

Résumé

A partir d'une technique de prélèvement et d'analyse des flux de pollen de vigne dans l'atmosphère, fiable et reproductible, on peut estimer la récolte future. Les résultats présentés proviennent d'un réseau de sites d'observation répartis en Europe. Le dosage pollinique de l'atmosphère est un indicateur fiable pour prévoir la récolte dès la fin de la floraison. En France, cette méthode intégrée semble, sauf incidents post-floraux majeurs, fiable. Pour généraliser son emploi, il faut quantifier l'effet des conditions post-florales. La courbe des émissions polliniques permet de connaître les dates de la période florale et d'approcher (d'estimer) les potentialités qualitatives du millésime. Ce nouvel outil est une aide efficace pour mieux maîtriser les rendements dès l'étape « nouaison » et pour rechercher une qualité optimale du produit. Il peut aussi apporter un appui aux professionnels pour une bonne gestion de la période des vendanges.

Abstract

The future harvest can be estimated using a reliable and reproducible technique for sampling and analysing the variation of grape pollen in the atmosphere. The results described come from a network of observation points throughout Europe. The pollen content in the atmosphere is a reliable indicator to predict the harvest after flowering. In France, this integrated method appears to be reliable, assuming there are no major post flowering problems. To generalise its use, it is necessary to quantify the effect of the post flowering conditions. The pollen emission curve shows the dates of the flowering period and can be used to judge (estimate) the qualitative potential of the year. This new tool is an effective aide to allow better control of the yields from the time the fruit sets and to achieve optimum fruit quality. It can also help the professional growers to manage the harvest period.

Bibliographie

- BESSELAT, B., 1987. Les prévisions de récolte en viticulture, *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 21 (1), 1-12.
- BESSELAT, B., 1992. La prévision du potentiel de récolte à l'aide de la technique du dosage pollinique de l'atmosphère, *Méthodologie à développer, C.R. Coll. Méthodes aéropalynologiques, phénologie de la floraison et prévision de rendements*, Bordeaux, 10-11 mars, 3 p.
- BESSELAT, B., COUR, P., 1990. La prévision de la production viticole à l'aide de la technique de dosage pollinique de l'atmosphère, *Bulletin de l'O.I.V.*, 63, (715-716): 721-740.
- BESSELAT, B., COUR, P., RICHARD, P., 1992. La prévision du potentiel de récolte à l'aide de la technique du dosage pollinique de l'atmosphère. Synthèse des résultats acquis depuis la mise en œuvre de la méthode, *C.R. Coll. Méthodes aéropalynologiques, phénologie de la floraison et prévision de rendements*, Bordeaux, 10-11 mars, 3 p.
- BESSELAT, B., COUR P., 1994. Prévision précoce de récolte : bilan et perspectives d'emploi d'un nouvel outil basé sur l'analyse pollinique de l'atmosphère. *C.R. Coll. Yield Forecasting, U.E. / DG VI, FAO*, (à paraître), Villefranche-sur-Mer, 24-27 octobre .
- CARBONNEAU, A., RIOU, C., GUYON, D., RIOM, J., SCHNEIDER, C., 1992. *Agrométéorologie de la vigne en France*, Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Ed., Luxembourg, 165 p.
- COUR, P., VAN CAMPO, M., 1980. Prévisions de récolte à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère, *C.R. Acad. Sci. Paris. Sér., D.* 290, 1043-1046.
- COUR, P., RICHARD, P., 1992. Les méthodes aéropalynologiques : un inventaire des domaines d'applications en agriculture, en biogéographie et en bioclimatologie, *C.R. Coll. Méthodes aéropalynologiques, phénologie de la floraison et prévision de rendements*, Bordeaux, 10-11 Mars. 2 p.
- PANIGAI, L., MONCOMBLE, D., 1992. Prévision de récolte : un nouveau capteur à pollen dans l'Aube, *Le Vigneron Champenois*, 7-8, 20-26.