

La science des vins de fruits : Fondements technologiques et contrôle analytique dans la fermentation des alternatives au raisin

Dr. Francesca Bruni, chercheuse au CDR Chemical Lab « Francesco Bonicolini »

P2606

1. Définition des vins de fruits : distinctions chimiques et technologiques

En œnologie moderne, la production de vins de fruits a dépassé ses origines artisanales rurales pour devenir un secteur hautement spécialisé des sciences alimentaires. Le passage d'une production artisanale à une catégorie industrielle mondiale repose sur une compréhension approfondie des matrices chimiques spécifiques aux fruits autres que le raisin. Contrairement à la viticulture, où la matière première est souvent naturellement optimisée pour la fermentation, les substrats fruitiers alternatifs - tels que la grenade, la figue et diverses espèces de baies - présentent des profils polyphénoliques et des concentrations en acides variables, nécessitant des interventions technologiques précises afin de garantir la stabilité du produit et sa viabilité commerciale. Les vins de fruits sont définis comme des boissons alcoolisées non distillées, contenant généralement entre 5 % et 13 % d'alcool en volume (ABV), issues de la fermentation de matrices riches en sucres provenant de fruits autres que le raisin. En raison des déséquilibres intrinsèques de nombreuses de ces matrices, les œnologues ont souvent recours à la chaptalisation (ajout de saccharose) ainsi qu'à des ajustements acido-basiques spécifiques afin de créer un environnement fermentaire adapté à *Saccharomyces cerevisiae*. Le tableau suivant met en évidence les divergences chimiques et technologiques fondamentales entre la viticulture traditionnelle et l'œnologie hors raisin:

Dimension	Vins traditionnels de raisin	Vins de fruits (hors raisin)
Composition de la matière première	Sucres, acides et nutriments naturellement équilibrés pour les levures	Forte variabilité ; nécessite souvent un apport complémentaire en azote et en sucres.
Exigences fermentaires	Rarement besoin d'ajout d'eau ; procédé centré sur le moût	Besoin fréquent de ratios eau/fruits de 1,5:1 et de chaptalisation.
Stabilité du pH et acides dominants	Stable ; prédominance de l'acide tartrique.	Très variable ; prédominance des acides malique et citrique.
Profil nutritionnel et antioxydant	Anthocyanes et tanins spécifiques au raisin	Forte teneur en vitamine C, B5 et marqueurs spécifiques (ex. ellagitanins).

Ces variables liées à la matière première constituent la « feuille de route » chimique qui détermine la classification spécifique ainsi que le protocole technologique requis pour chaque type de fruit.

2. Classification des matrices fruitières et impact technologique

Le choix de la matière première détermine l'architecture sensorielle fondamentale et la complexité du contrôle fermentaire nécessaire. La gestion de ces variables impose une standardisation rigoureuse du moût avant inoculation.

- **Fruits tempérés (pommes, poires) :** Ces matrices se caractérisent par une forte teneur en acide malique. Si le « vin de pomme » (cidre) constitue une référence commerciale, le technologue doit maîtriser la vivacité de l'acide malique afin d'assurer un équilibre organoleptique final.
- **Baies et petits fruits (sureau, cassis, framboise) :** Ces fruits présentent une acidité élevée et des concentrations importantes en anthocyanes. Le principal défi réside dans la stabilité de la couleur et dans la limitation de l'impact d'une forte acidité sur le métabolisme des levures, ce qui requiert souvent des ajustements significatifs en eau et en sucres.
- **Fruits tropicaux et exotiques (ananas, banane, kiwi, jacquier) :** Les matrices tropicales contiennent fréquemment des polysaccharides complexes nécessitant un traitement enzymatique. L'utilisation de pectinases constitue une exigence industrielle essentielle pour maximiser le rendement en jus et garantir la limpidité du produit final, notamment lors du traitement de fruits à maturité avancée.
- **Fruits à noyau (pêches, prunes, abricots) :** Ces fruits offrent un profil aromatique distinctif mais présentent des difficultés d'extraction et d'élevage, générant souvent des moûts riches en extraits qui doivent être soigneusement gérés afin d'éviter toute altération.
- **Spécialités régionales (grenade, figue, kaki) :**
 - **Grenade:** Produit industriel à forte valeur ajoutée, doté d'une capacité antioxydante presque trois fois supérieure à celle du vin rouge de raisin. Elle nécessite une gestion thermique spécifique afin de préserver la complexité de ses flavonoïdes et ellagitanins.

- **Figue (*Ficus racemosa*)**: Notamment la figue en grappe, appréciée pour ses propriétés ayurvédiques et pharmacologiques. La production industrielle standardise généralement le moût afin d'atteindre un rendement en éthanol d'environ 11,8 %, en utilisant fréquemment le SO₂ pour le contrôle microbiologique.
- **Kaki**: Reconnu pour sa texture en bouche caractéristique et son profil antioxydant fonctionnel.

3. Paramètres physicochimiques critiques pour le contrôle de la fermentation

La reproductibilité industrielle des vins de fruits exige un suivi analytique systématique des paramètres du moût et du vin. La mesure objective des variables chimiques permet d'éviter les fermentations bloquées, de soutenir la standardisation des procédés et d'assurer la constance sensorielle entre lots.

Les paramètres suivants constituent le cadre analytique essentiel d'une fermentation contrôlée et peuvent être suivis à l'aide du CDR WineLab®.

Sucres et développement de l'alcool

La détermination **du glucose et du fructose** est indispensable pour évaluer la concentration en **sucres fermentescibles** au début de la fermentation et pour suivre la cinétique de leur consommation. La concentration initiale en sucres définit le potentiel alcoolique, tandis que les sucres résiduels confirment l'achèvement de la fermentation.

Pour les vins de fruits secs, les objectifs en sucres résiduels sont généralement inférieurs à 4 g/L. Le suivi parallèle du **degré alcoolique** (% vol) permet de vérifier l'efficacité fermentaire grâce à la corrélation inverse attendue entre la diminution des sucres et la production d'éthanol.

La mesure continue des sucres et de l'alcool permet une détection précoce des fermentations lentes ou incomplètes.

pH et acidité totale

L'acidité totale et le pH sont des indicateurs clés de la stabilité microbiologique et de la performance des levures. La plupart des vins de fruits nécessitent une plage de **pH** comprise entre 3,2 et 4,0 afin d'inhiber les micro-organismes d'altération, y compris les bactéries acétiques, tout en maintenant des conditions optimales pour le métabolisme de *Saccharomyces cerevisiae*.

Le suivi de **l'acidité totale** facilite la correction du moût et garantit l'équilibre sensoriel du produit final.

Gestion du dioxyde de soufre

Le contrôle du **SO₂ libre** et **total** est fondamental dans la production des vins de fruits. Le dioxyde de soufre, généralement ajouté sous forme de métabisulfite de potassium, remplit deux fonctions principales :

- Inhibition des levures indigènes et des bactéries d'altération
- Protection contre les réactions d'oxydation et le brunissement enzymatique

La vérification analytique des niveaux de SO₂, généralement maintenus entre 50 et 100 mg/L selon la matrice et le pH, garantit la sécurité microbiologique sans dépasser les limites réglementaires.

Teneur en polyphénols

Les vins de fruits, en particulier ceux issus de baies et de grenade, se distinguent par une forte teneur en polyphénols. Le suivi de **l'Indice des Polyphénols Totaux** fournit des informations précieuses sur la capacité antioxydante, la stabilité oxydative et l'évolution de la couleur.

Suivi du procédé et validation de la stabilité

Bien que la température de fermentation et l'apport en azote soient gérés au niveau opérationnel, leur efficacité est confirmée analytiquement par la vitesse de consommation des sucres, la formation d'alcool et la cinétique globale de fermentation. En intégrant la mesure de :

- **Glucose et fructose**
- **Degré alcoolique**
- **Acidité totale et pH**
- **SO₂ libre et total**
- **Polyphénols totaux**

le CDR WineLab® permet un contrôle chimique complet de la production des vins de fruits, transformant la gestion de la fermentation d'une observation empirique en une optimisation de procédé fondée sur les données.

4. Conclusion : l'avenir de l'œnologie fruitière standardisée

La transformation des vins de fruits, de produits artisanaux de niche en boissons de haute qualité à diffusion mondiale, repose sur le contrôle analytique et la standardisation des procédés technologiques. Le lien indissociable entre la chimie de la matière première — telles que les propriétés de liaison spécifiques de *Ficus racemosa* ou la capacité antioxydante trois fois supérieure de la grenade - et les paramètres fermentaires précis exige une validation objective.

Pour les technologues alimentaires et les responsables qualité, l'intégration de la science

œnologique et du diagnostic analytique rapide constitue une condition essentielle de réussite. En utilisant des outils analytiques adaptés pour maîtriser la complexité des matrices hors raisin, l'industrie peut produire des boissons fermentées

reproductibles et à forte valeur ajoutée, répondant aux exigences contemporaines des consommateurs en matière de qualité, de constance et de bénéfices fonctionnels pour la santé.