

**PROFILS AROMATIQUES
ET CONSTITUANTS DU BOIS DE
CHÊNE SUIVANT DIFFÉRENTES
MODALITÉS DE CHAUFFES
GAMME AROMOAK®**

RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT



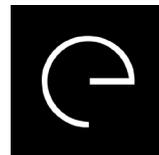
ECOTONE ENOLOGIE

**R&D
N. 01**

J U I N 2 0 2 4



AROMOAK®



**R&D
N. 01**

J U I N 2 0 2 4



INTRODUCTION



**P
R
O
J
E
T**

VINÉA TONNELLERIE

**R&D
N. 01**

RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

À la demande de Vinéa Tonnellerie, nous avons réalisé une étude comparative des profils en molécules aromatiques et constituants issus d'une extraction unique et d'une mise en solution aqueuse de bois de chêne ayant subi au préalable un traitement thermique selon les 5 modalités de chauffe et/ou de cuisson proposées dans sa gamme de solutions en bois pour l'œnologie AROMOAK® (bois pour l'œnologie, tannins en solution).

En mesurant la signification, en termes organoleptiques et analytiques, des critères fournis et caractéristiques de chaque modalité; le winemaker/utilisateur des produits Vinéa Tonnellerie, pourra en retenir une lecture facilitée, lui permettant d'en évaluer leurs impacts en termes de résultats œnologiques et d'apports constructifs pour ses vins.



SOMMAIRE

Méthodologie	7
Profils aromatiques grillés/toastés	11
Profils aromatiques fumés/épicés	19



Profils aromatiques « bois frais »	28
Profils aromatiques vanillés/enrobants	36
Profils tanniques et constituants du bois de chêne	43
Gamme de solutions Vinéa Tonnellerie	48





MODALITÉS DE CHAUFFES ÉTUDIÉES

Cette étude a pour objectif de comparer les profils en molécules aromatiques et constituants du bois de chêne pouvant faire l'objet d'une extraction unique et d'une mise en solution aqueuse après un traitement thermique réalisée par Vinéa Tonnellerie pour sa gamme de solutions en bois pour l'œnologie AROMOAK® suivant différentes conditions de chauffe et/ou de cuissons :

- Une chauffe traditionnelle au feu de bois
- Une cuisson hydro-céramique d'intensité moyenne, notée Hydro moyenne
- Une cuisson hydro-céramique d'intensité moyenne plus, notée Hydro moyenne +
- Une cuisson céramique d'intensité moyenne, notée Céramique moyenne
- Une cuisson céramique d'intensité moyenne plus, notée Céramique moyenne +



PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS ET ANALYSES

Pour chaque modalité* :

*Préparations et analyses réalisées en 03/2024 par le Laboratoire Excell, accrédité (accréditation N°1-0588) selon la norme internationale ISO 17025 délivrée par le COFRAC.

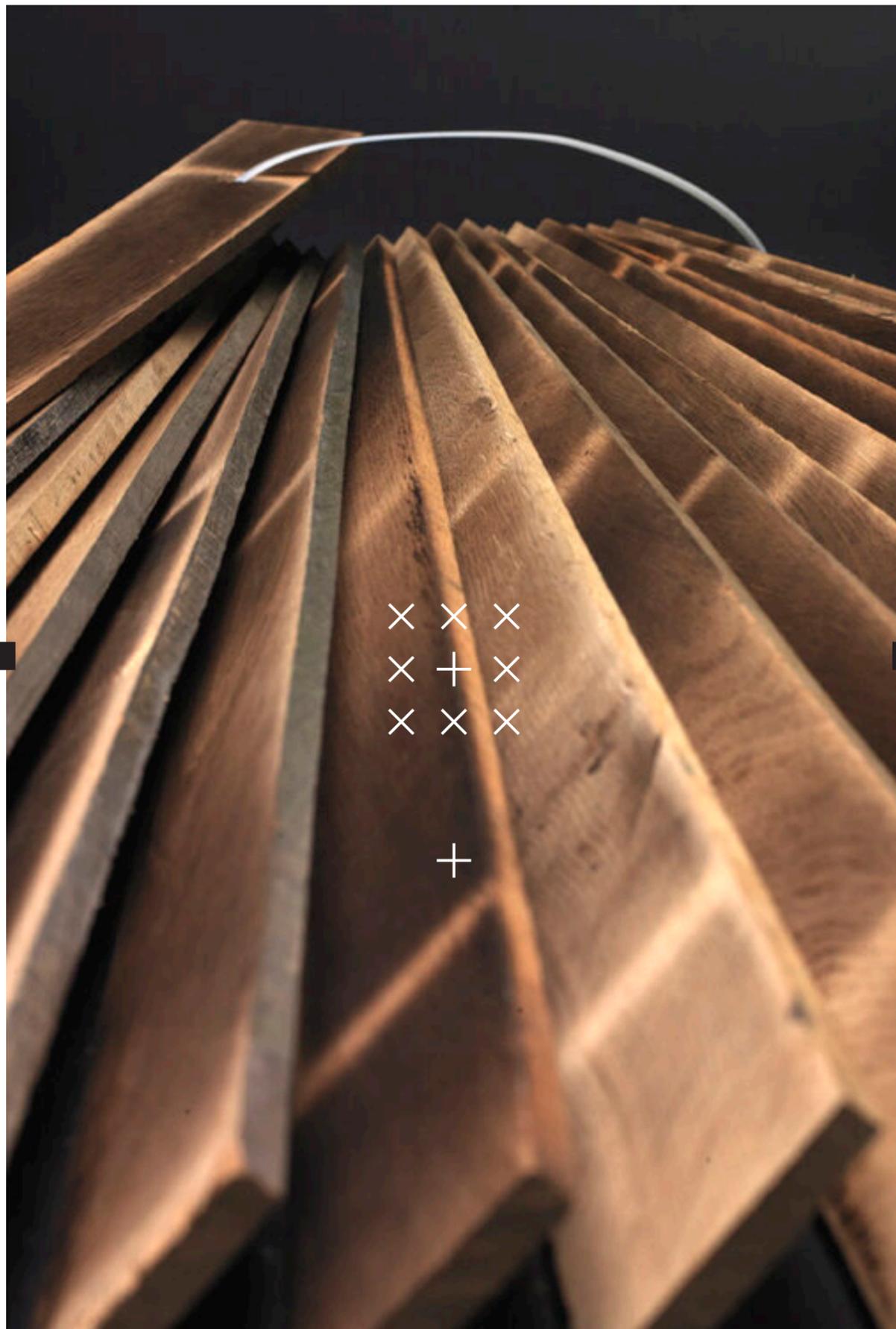
Réalisation par la société EBX srl, d'une extraction unique et d'une mise en solution aqueuse de composés volatils et non volatils issus à 100 % de bois de chêne ayant subi au préalable un traitement thermique selon les 5 modalités de chauffe et/ou de cuisson proposées pour la gamme de solutions en bois pour l'œnologie AROMOAK®.

Prélèvement de 30 mL de solution aqueuse, sans dilution de rapprochement vers un ratio surface/volume équivalent à celui d'une barrique neuve. Pour information, nous estimons le rapport en concentration de la solution entre 1:3333 à 1:5000 selon la matrice du vin reprofilé (soit un dosage de 20 mL/hL à 30 mL/hL pouvant permettre de se rapporter à l'apport d'une barrique neuve en équivalence).

Analyse de chaque extrait en chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS), en injection liquide et en impact électronique, avec ou sans préparation préalable par une phase solide de micro-extraction (SPME) en fonction des composés du bois volatils étudiés.

Analyse de chaque extrait en chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS), permettant la détection et la quantification des composés du bois non volatils recherchés.





X X X
 X + X
 X X X
 +

Pendant le processus de chauffe ou de cuisson du bois de chêne, la cellulose et l'hémicellulose, composants principaux de sa structure, subissent un processus de dépolymérisation thermique de leur longue chaîne de polymères glucidiques lorsqu'elles sont exposées à des températures élevées (généralement entre 160°C et 260°C). Il en résulte la production de fragments plus courts pouvant ensuite réagir pour former divers composés volatils et non volatils contribuant aux saveurs, arômes et couleurs caractéristiques des produits élevés sous bois de chêne. Pour faciliter la lecture de notre étude et sa compréhension par le winemaker/utilisateur de la gamme AROMOAK®, nous individualiserons chaque résultat analytique quantitatif au regard de son expression et de son profil aromatique.

01

DES PROFILS AROMATIQUES GRILLÉS/ TOASTÉS DE DISCRETS À IMPERCEPTIBLES

RÉSULTATS :
 PROFILS QUANTITATIFS

Les profils aromatiques grillés/toastés proviennent principalement de la formation d'aldéhydes furaniques issus du processus de dépolymérisation thermique de la cellulose et de l'hémicellulose. Ils correspondent à une classe de composés organiques aromatiques contenant un noyau furanique associé à un groupe fonctionnel aldéhyde (-CHO).

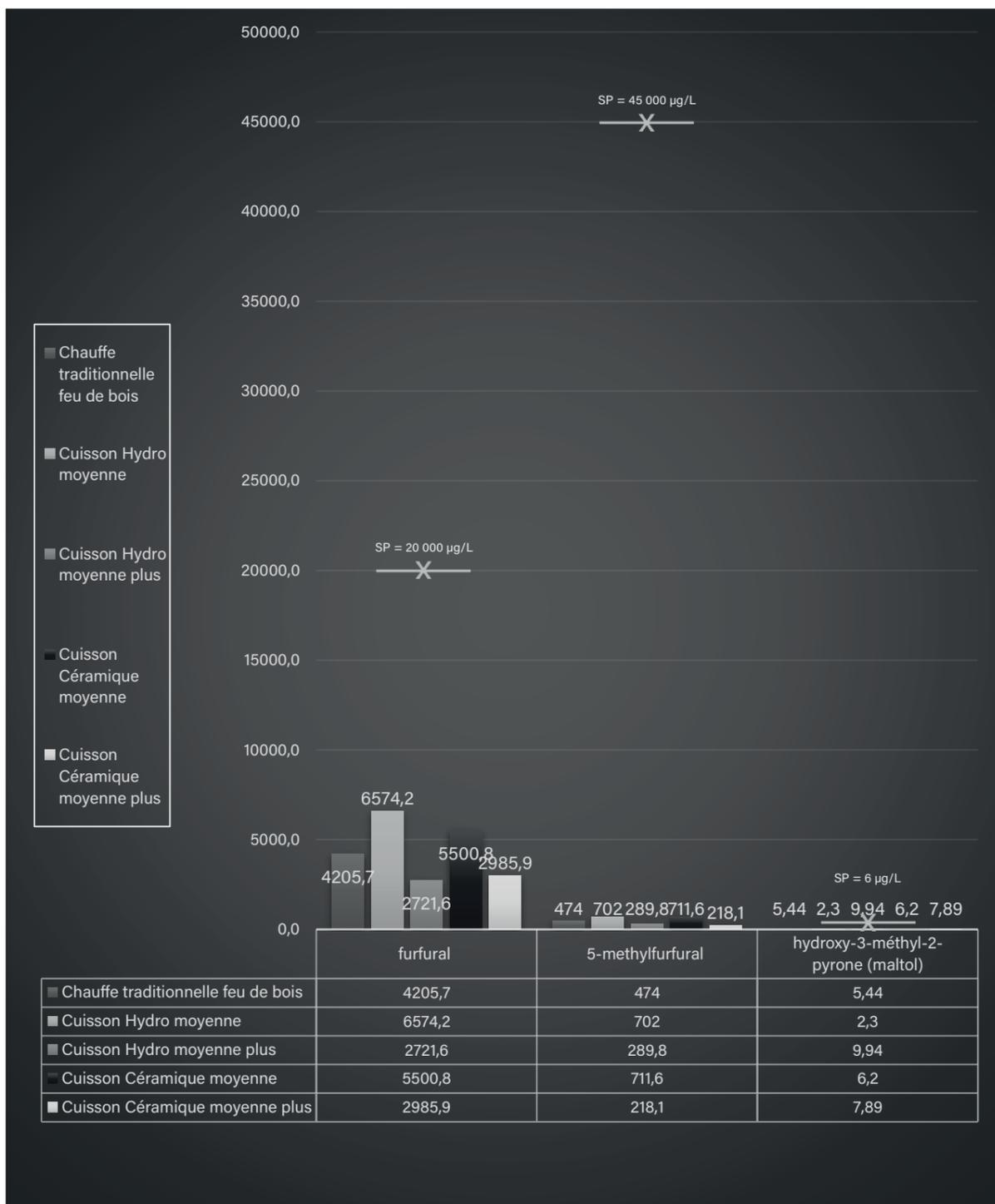
Les aldéhydes furaniques ont des arômes caractéristiques, généralement décrits comme grillés, toastés ou caramélisés. En petites quantités, ces composés peuvent contribuer à la complexité et à la richesse des arômes dans les produits alimentaires et les boissons. Cependant, des concentrations élevées peuvent être associées à des arômes excessivement torréfiés ou amers, ce qui peut être indésirable dans certains cas.

L'analyse des profils aromatiques grillés/toastés a été réalisée sur 3 composés aromatiques volatils clés dont les teneurs peuvent être influencées dans chaque extrait par la variabilité de chauffe et/ou de cuisson :

- Furfural (2-furaldéhyde)
- Hydroxyméthylfurfural (HMF)
- 5-méthylfurfural (5-MF)

Les résultats analytiques obtenus pour chaque modalité en **composés aromatiques grillés/toastés issus de la dégradation de la cellulose et hemicellulose (aldéhydes furaniques)** sont présentés dans le tableau et les graphiques suivants (Graphique 1).

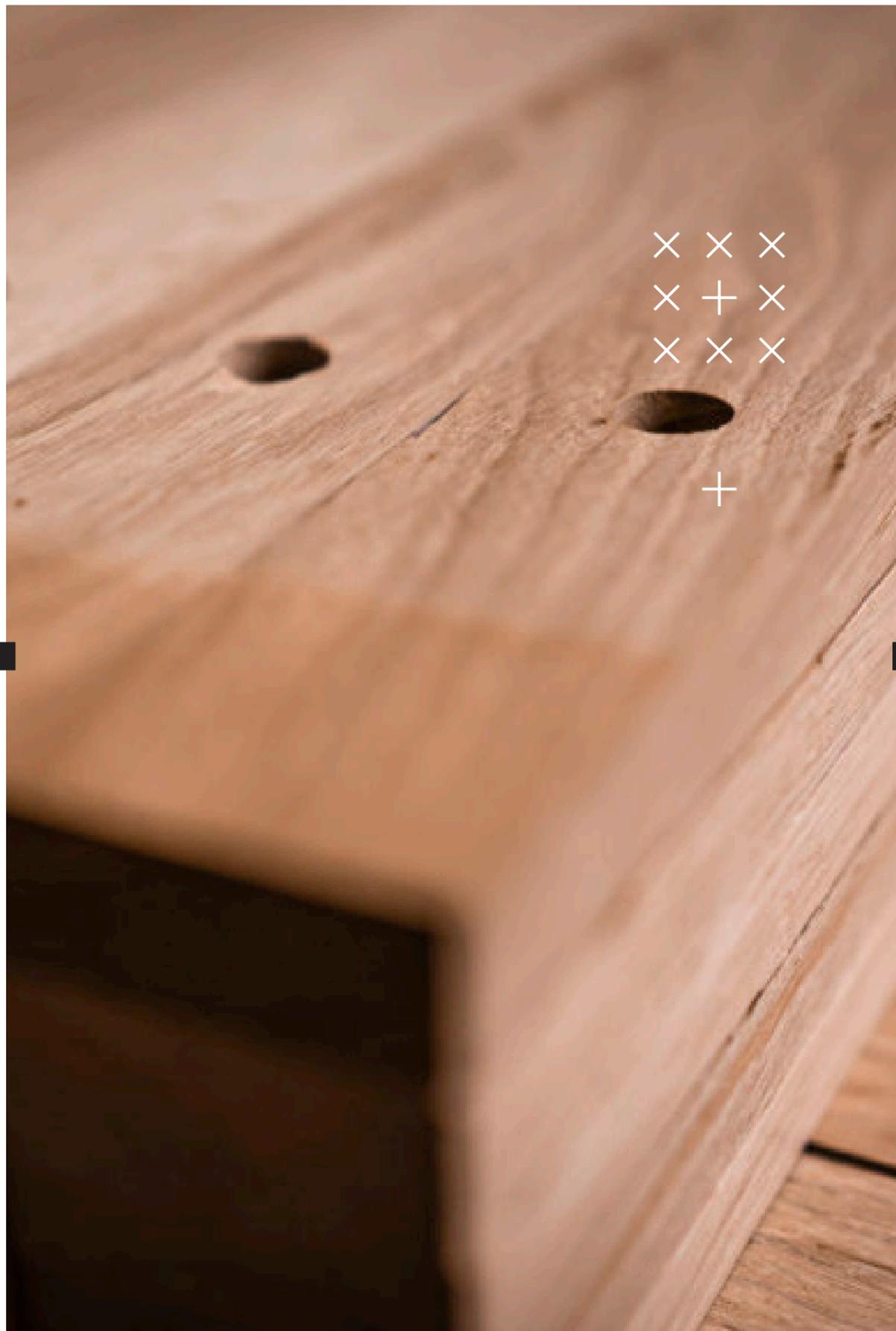
PROFILS QUANTITATIFS



* SP: Seuils de perception olfactive et valeurs exprimées en µg/L



VINÉA TONNELLERIE



De manière générale, nous constatons que les concentrations globales en composés aromatiques grillés/toastés issus de la dégradation de la cellulose et hemicellulose (aldéhydes furaniques) sont supérieures pour les modalités ayant reçues des cuissons hydro ou céramique d'intensité moyenne, en comparaison avec celles soumises à une chauffe classique au feu de bois et aux cuissons longues hydro ou céramique d'intensité supérieure, sans pour autant dépasser les seuils d'impact sensoriel.

Cela tend à dire que la modulation des paramètres de temps, d'intensités, de mode de chauffe et/ou de cuissons, et de température, permet de maîtriser la formation de ces composés aromatiques: l'impact du caractère boisé grillé/toasté pour l'ensemble des modalités AROMOAK® s'avérant plutôt **discret à imperceptible**.

De façon plus précise, nous pouvons juger de teneurs en furfural et en 5-méthylfurfural relativement faibles. Les teneurs pour ces deux molécules, qui sont des marqueurs intenses des caractères grillé/amande amère, oscillent entre des valeurs comprises entre 2 986 à 6 574 µg/L pour le furfural, et 218 à 712 µg/L pour le 5-méthylfurfural ; largement en deçà des seuils de perception olfactive pour l'ensemble des modalités (cf Graphique 1).

Il sera intéressant de noter que l'interaction des aldéhydes furaniques avec le sulfure d'hydrogène peut aboutir à la formation de 2-furanméthanethiol et de 5-méthyl-3-furanméthanethiol en quantités élevées (BLANCHARD, 2000, TOMINAGA et al., 2000). Ces substances, marqueurs de l'arôme de « café » possèdent des seuils de perception extrêmement bas (4 et 50 ng/l) et peuvent être responsables du caractère « torréfié » aujourd'hui peu recherché dans les vins.

En tenant compte de niveaux pouvant aller jusqu'à 7 à 8 fois en dessous des limites potentielles de ressenti, l'ensemble des modalités de chauffe et/ou cuissons utilisé pour la gamme AROMOAK® s'avère être une **solution de conservation des équilibres de fraîcheur intéressante pour des vins de plus en plus bousculés et marqués par des niveaux de sulfure d'hydrogène hauts** et nécessaires à leur bonne conservation.

En parallèle, nous constatons un niveau faible mais perceptible de maltol pour l'ensemble des modalités. Le maltol est un composé organique aromatique qui se trouve naturellement dans divers aliments, notamment dans le malt de céréales, d'où son nom dérive.

RÉSULTATS : PROFILS QUALITATIFS

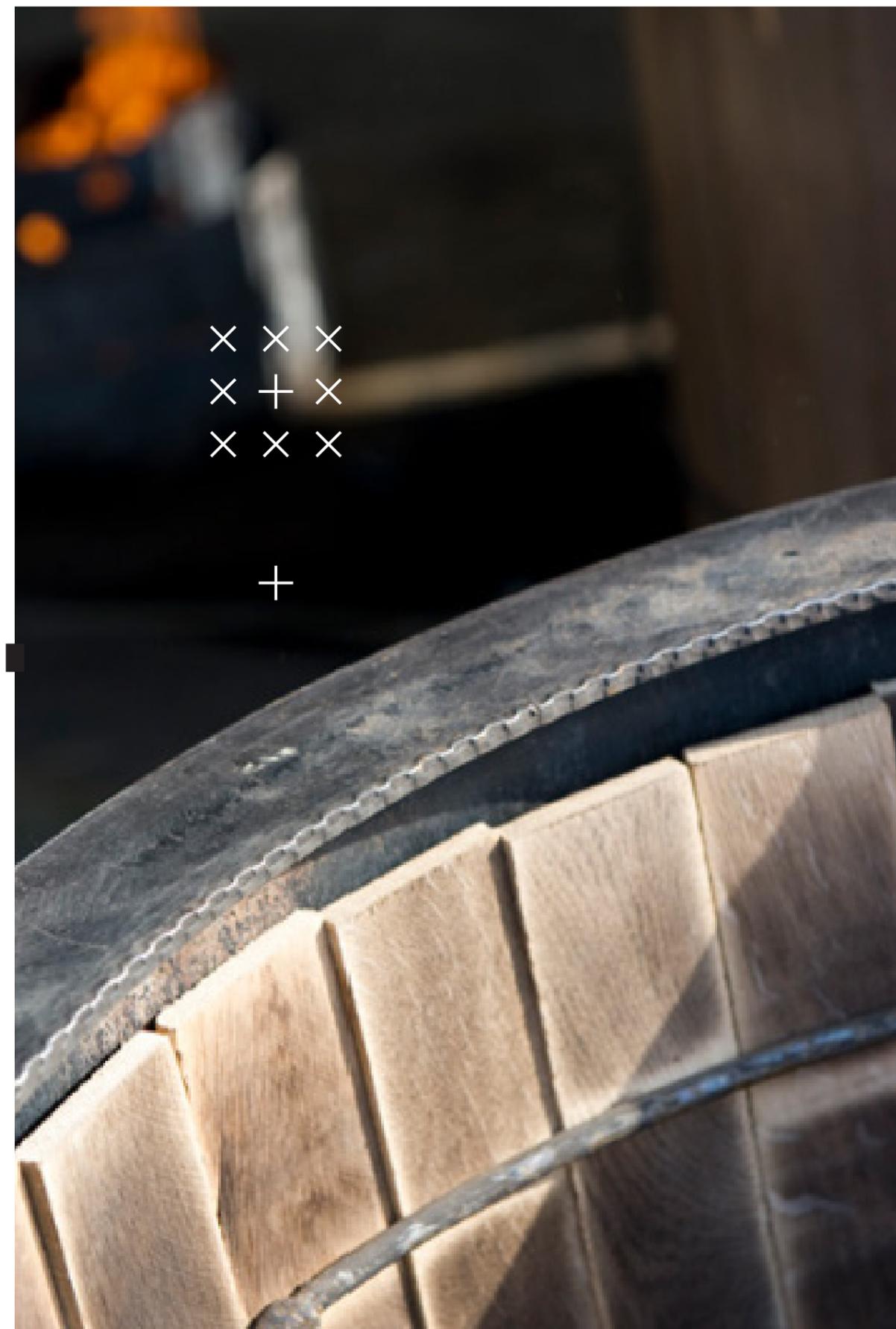
VINÉA TONNELLERIE

Chimiquement, il appartient à la classe des lactones de type furane. Sa structure moléculaire contient un cycle furanique avec un groupe hydroxyle (-OH) et un groupe cétone (-CO) qui contribuent à son arôme caractéristique. Il fait partie d'un ensemble de composés volatils développant des notes de caramel ou de grillé (hydroxy-3-méthyl-2-pyrone (maltol), 3-méthyl-2-cyclopentèn-1-one (cyclotène), et 2,5-furandicarboxaldéhyde (furanéol) (NISHIMURA, et al. 1983). De part leurs arômes doux et sucrant, ces composés, dont le maltol, s'avèrent être largement utilisés par l'industrie, en additifs, pour améliorer les saveurs et les arômes des produits alimentaires et/ou des boissons.

Ces composés sont produits par les réactions de Maillard, qui sont des réactions chimiques complexes qui se produisent entre les groupes amines libres (présents dans les acides aminés des protéines) et les fragments courts de sucres réducteurs issus de la dépolymérisation thermique de la cellulose et de l'hémicellulose lorsqu'ils sont chauffés ensemble. Il convient de noter que la formation de ces composés volatils pendant les réactions de Maillard dépend de nombreux facteurs, notamment la température, le pH, la nature des réactifs et le temps de réaction. Des conditions de cuisson spécifiques peuvent favoriser ou inhiber la formation de maltol et d'autres composés aromatiques. La présence de maltol peut contribuer aux arômes agréables et sucrés des aliments cuits, en particulier des produits de boulangerie, des viandes grillées et des produits sucrés. Cependant, comme pour toutes réactions de Maillard, la formation de composés indésirables peut également se produire si les conditions de cuisson sont excessives ou mal contrôlées. Les réactions de Maillard nécessitent la présence de sucres, d'acides aminés ainsi que d'une température élevée. En fonction de l'acide aminé qui entre en jeu les produits formés sont différents. Les réactions avec la phénylalanine produisent du 2,5-furandicarbaldéhyde et du furylhydroxyméthylcétone, caractérisés par des notes de miel et de rancio (CUTZACH, et al. 1999). Au contraire, avec la proline, les réactions donnent de l'hydroxymaltol, responsable de notes de caramel et de toasté (CUTZACH, et al. 1997).

De part la maîtrise de ses protocoles de chauffe et/ou de cuissons, cela se traduit pour l'ensemble des modalités de la gamme AROMOAK® par une propension à offrir des apports plutôt en **sucrosité, briochés et enrobants... dans leur expression aromatique grillée/toastée.**

Et en parfaite adéquation avec des profils d'élevage moderne en recherche de solutions boisées, en capacité de structurer les milieux de bouche, sans dénaturer l'emphase aromatique.





En parallèle de la dépolymérisation des glucides, la montée en température du bois de chêne va entraîner la rupture des liaisons entre les unités monomères de la lignine, conduisant à une fragmentation de sa structure. La lignine est un polymère complexe de phénylpropanoïdes, responsable de la structure et de la résistance mécanique au bois. La libération thermique de courts fragments de lignine va être à l'origine de diverses transformations physiques et chimiques générant une gamme de produits de réaction, principalement des composés phénoliques tels que le guaiacol, le syringol. Ces composés sont responsables des arômes caractéristiques fumés, de tabac et d'épices. Ils contribuent également en réactions avec les composants des spiritueux ou du vin élevés à la complexité et à la profondeur de leur couleur et de leur saveur.

02 DES PROFILS AROMATIQUES ÉPICÉS AUX SAVEURS ET MÉLANGES MULTIPLES SANS FORTE PRÉSENCE DE CARACTÈRES FUMÉS

PROFILS QUANTITATIFS
RÉSULTATS :

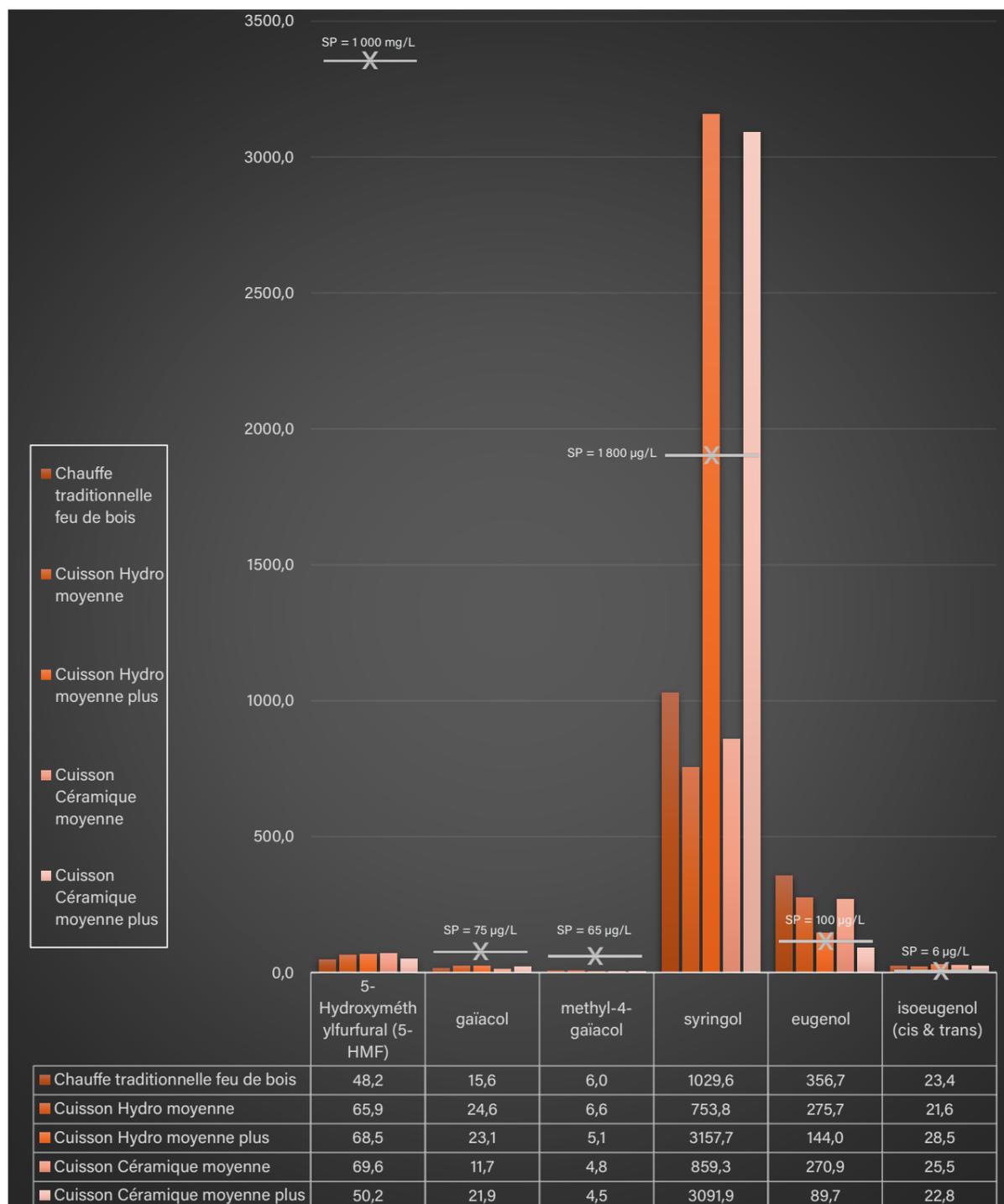
Les profils aromatiques fumés/épicés proviennent essentiellement de la libération et/ou de la formation de composés phénoliques volatils naturellement contenus dans le bois de chêne. Ils sont formés par la biosynthèse naturelle de l'arbre dans le cadre de son métabolisme. Ces composés sont souvent dérivés du catabolisme des acides aminés phénylalanine et tyrosine. Les précurseurs phénoliques issus du métabolisme sont sujets à des réactions de condensation et de polymérisation sous forme de réactions enzymatiques ou non enzymatiques. Ces réactions aboutissent à la formation de divers composés phénoliques, tels que les acides phénoliques (comme l'acide syringique et l'acide vanillique), les flavonoïdes et les tanins condensés. Lorsque le bois de chêne est chauffé, comme dans le processus de fabrication de staves, certains composés phénoliques peuvent être extraits du bois sous forme de vapeur ou de liquide.

L'analyse des profils aromatiques fumés/épicés a été réalisée sur 6 composés aromatiques volatils clés dont les teneurs peuvent être influencées dans chaque extrait par la variabilité de chauffe et/ou de cuisson :

- 5-Hydroxyméthylfurfural (5-HMF/bitume) - Gaïacol (fumé)
- Methyl-4-gaïacol (fumé, médicamenteux) - Syringol (fumé, épicé)
- Eugenol (clou de girofle) - Isoeugenol (c&t/épicé, clou de girofle)

Les résultats analytiques obtenus pour chaque modalité en **composés aromatiques fumés/épiciés issus de la dégradation de la lignine (phénols volatils)** sont présentés dans le tableau et les graphiques suivants (Graphique 2).

PROFILS QUANTITATIFS



VINÉA TONNELLERIE

* SP: Seuils de perception olfactive et valeurs exprimées en µg/L





De manière générale, nous constatons que les concentrations globales en composés aromatiques fumés issus de la dégradation de la lignine sont supérieures pour les modalités ayant reçu des cuissons hydro ou céramique d'intensité moyenne +, en comparaison avec celles soumises à une chauffe au feu de bois et aux cuissons plus courtes hydro ou céramique d'intensité moyenne, sans pour autant dépasser les seuils d'impact sensoriel.

Cela tend à dire que la modulation des paramètres de temps, d'intensités, de mode de chauffe et/ou de cuissons, et de température, permet de maîtriser la formation de ces composés aromatiques: l'impact du caractère boisé fumé pour l'ensemble des modalités de la gamme AROMOAK® s'avérant plutôt **peu présent...** voire totalement absent pour les caractères bitumeux et acres.

RÉSULTATS :
PROFILS QUALITATIFS

De façon plus précise, nous constatons des teneurs en gaïacol et dérivés du gaïacol faibles et largement en deçà des seuils de perception olfactive pour l'ensemble des modalités. L'expression aromatique fumée, médicamenteuse est limitée. Ces dérivés monométhoxylés du phénol sont susceptibles alors de jouer un rôle organoleptique significatif: méthoxy-2-phénol (gaïacol), et méthyl-4-méthoxy-2-phénol (méthyl-4-gaïacol), à faible concentration, **deviennent des substances favorablement perçues dans les vins et contributrices des qualités sensorielles de la matrice** (CHATONNET, et al. 1989).

En ce qui concerne le syringol, dont l'expression aromatique flirte avec la limite du fumé pour offrir selon la matrice des notes pouvant aller du brûlé/tourbé jusqu'aux notes épicées, voire réglissées; les teneurs restent relativement maîtrisées et logiquement croissantes avec la montée en intensité, sans pour autant dépasser le seuil de perception olfactive pour le profil classique et les cuissons d'intensité moyenne. Nous notons pour autant un impact de la durée et de l'intensité pour les cuissons hydro et céramique d'intensité moyenne plus, qui proposent des niveaux de concentrations 1.75 fois plus élevés en syringol que la limite d'impression de 1 800 µg/L, pouvant atteindre des valeurs de 3 158 µg/L en cuisson Hydro moyenne + et 3 092 µg/L en cuisson Céramique M+. **Il est à noter que le syringol est particulièrement recherché pour son fort impact en terme de valorisation aromatique dans les whiskies, certaines bières de garde et dans de nombreux spiritueux comme le rhum ou le cognac.** Il sera ainsi recommandé d'opter pour ces deux modalités lors de l'élevage sous bois de ces produits.

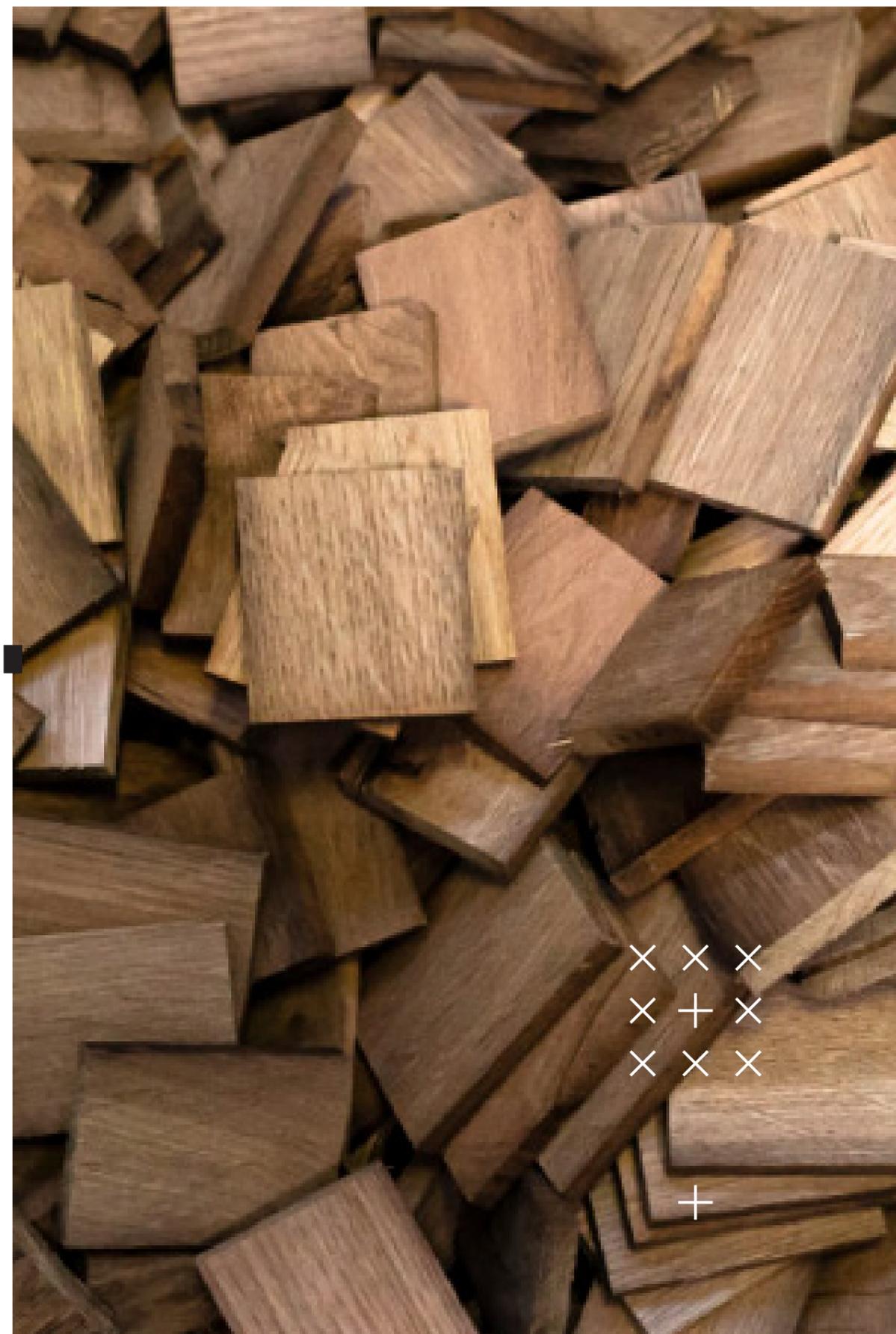
En ce qui concerne les concentrations globales en composés aromatiques épicés issus de la dégradation de la lignine, nous observons, dans son ensemble, l'individualisation d'une **signature aromatique distincte aux nuances, saveurs et mélanges épicés multiples**. Pour toutes les modalités de chauffe et/ou de cuissons de la gamme AROMOAK®, quelques soient les caractéristiques et les éléments aromatiques spécifiques ; leur expression est toujours intense et magnifiée, dépassant les seuils en termes d'impressions sensorielles.

La valeur Isoeugenol en est le principal témoin présentant pour l'ensemble des modalités des curseurs jusqu'à 4 fois supérieurs au seuil de perception. L'isoeugenol, qui est un isomère de l'eugénol (ce qui signifie que les atomes de carbone et d'hydrogène sont arrangés différemment dans leurs structures moléculaires, bien que leurs formules chimiques soient les mêmes), est un composé aromatique qui possède une odeur caractéristique épicée et boisée, similaire à celle de l'eugénol, se caractérisant par des notes de basilic, de cannelle et de clou de girofle. **Une révélation aromatique dominante en isoeugénol peut-être caractéristique des expressions subtiles et synergiques des flaveurs intenses et complexes liées aux grands vins et rattachée à l'évolution positive et remarquée de leur bouquet de vieillissement**. L'ensemble des modalités de la gamme AROMOAK® offrira aux vins élevés une complexification de leur profil aromatique, des notes plus denses et élégantes, dans la recherche d'un mariage aromatique global.

En parallèle, et en s'intéressant plus spécifiquement à l'eugénol, qui est un composé chimique naturel appartenant à la famille des phénols et qui possède une structure moléculaire contenant un noyau benzénique et un groupe hydroxyle, et dont les propriétés aromatiques caractéristiques tendent vers le clou de girofle, la cannelle, la basilic, voire d'autres plantes aromatiques aux volutes chaudes et épicées; nous constatons que **son expressivité épicée suit une courbe inversée à l'extraction aromatique fumée**, présentant des profils maîtrisés sous les seuils d'impact sensoriel pour les modalités ayant reçu des cuissons hydro ou céramique d'intensité supérieure, en comparaison avec celles soumises à une chauffe au feu de bois et aux cuissons hydro ou céramique d'intensité moyenne dont les valeurs explosent les curseurs.

PROFILS QUALITATIFS :

VINÉA TONNELLERIE





Cela tend à dire que la modulation des paramètres de temps, d'intensités, de mode de chauffe et/ou de cuissons, et de température, offre au winemaker/utilisateur des solutions de bois pour l'œnologie de la gamme AROMOAK® ; des perspectives d'élevage totalement différentes en fonction de son approche et de ses choix œnologiques et des vins qu'ils souhaitent créer :

Les cuissons hydro d'intensité moyenne plus, notée **Hydro moyenne +** et céramique d'intensité moyenne plus, notée **Céramique moyenne +** expriment des caractères épicés, clou de girofle (eugénol, isoeugénol) maîtrisés avec des valeurs en eugénol flirtant autour des seuils ressentis et des expressions en isoeugénol délicates. Nous pouvons en conclure que ces modalités se marieront particulièrement bien avec des vins nécessitant de la **fraicheur et dans l'optique d'une valorisation de leur potentiel fruité ou dans l'atténuation des effets pouvant être induits par la surmaturité. Ces modalités seront à recommander pour l'élevage des vins issus de raisins à acidité basse et hauts degrés alcooliques dont les équilibres sont souvent alourdis par l'apport de notes épicées** (VIVAS et al., 2018). Ces modalités seront également particulièrement adaptées aux élevages de vins blancs.

À l'opposé, la chauffe traditionnelle **au feu de bois** exprime un potentiel aromatique épicé particulièrement intense avec un pic en eugénol 3.5 fois plus haut que le seuil de perception. Les cuissons hydro d'intensité moyenne, notée **Hydro moyenne** et céramique d'intensité moyenne, notée **Céramique moyenne** dépassent progressivement la valeur d'appréciation permettant d'offrir au winemaker une palette aromatique graduelle dans l'expression du caractère attendu. Ces modalités s'exprimeront très bien sur des **vins au profil boisé plus classique et à maturité, voir en légère sous-maturité (Cabernet-Sauvignon, Cabernet franc). Le winemaker pourra également « s'amuser » à twister l'équilibre épicé de ces vins rendant par exemple l'expression d'une Syrah en chauffe traditionnelle au feu de bois encore plus multiple en terme de saveurs et de complexité.**

PROFILS QUALITATIFS : RÉSULTATS :

VINÉA TONNELLERIE

En parallèle de la dépolymérisation des chaînes glucidiques et de la rupture des liaisons entre les unités monomères de la lignine, le processus de chauffe et/ou de cuisson va tendre également à révéler le potentiel en composés aromatiques présents naturellement dans le bois frais. Dans le cadre d'un séchage naturel suffisamment long et qualitatif, des réactions enzymatiques ont lieu, provoquées par des champignons (*Aureobasidium pullulans*, *Trichoderma harzianum* et *Trichoderma komingii*) colonisant le bois (VIVAS, et al. 1997). L'effet de cette flore fongique est très important. Elle a notamment la capacité d'hydrolyser une bonne partie des hétérosides du bois de chêne comme les tannins hydrolysables, les coumarines et les polysaccharides. Ce qui sur le plan gustatif se traduit par une diminution de l'amertume et de l'astringence (VIVAS et al., 1991, 1993).

DES PROFILS AROMATIQUES « BOIS FRAIS » SUBTILS ET INTENSES **03**

RÉSULTATS :
PROFILS QUANTITATIFS

La qualité du séchage naturel à l'air des merrains en bois de chêne va ainsi influencer la composante aromatique des vins. En effet, la teneur en plusieurs arômes du bois (gaïacol, furfural, syringol, alcool furfurylique, 2-phényléthanol, vanilline, eugénol et whiskylactones) est considérablement augmentée par l'activité de la flore fongique (PETRUZZI, et al. 2010; CHATONNET, 1991), qui en même temps dégrade les ellagitannins influençant à son tour le composante gustative.

L'analyse des profils aromatiques "bois frais" a été réalisée sur 2 composés aromatiques volatils clés dont les teneurs peuvent être influencées dans chaque extrait par la variabilité de chauffe et/ou de cuisson :

- cis-β-méthyl-γ-octolactone (fraicheur, noix de coco)
- trans-β-méthyl-γ-octolactone (noix de coco, épicé)

Les lactones se forment à partir de précurseurs naturels présents dans le bois de chêne. Ces précurseurs peuvent inclure des acides gras et des alcools contenus dans les cellules du bois. Pendant le processus de vieillissement du bois de chêne, les liaisons chimiques des précurseurs peuvent être hydrolysées sous l'effet de l'eau et de la chaleur. Cette hydrolyse libère des fragments moléculaires qui peuvent ensuite subir des réarrangements chimiques et des réactions d'estérification, conduisant à la formation de lactones.

VINÉA
TONNELLERIE

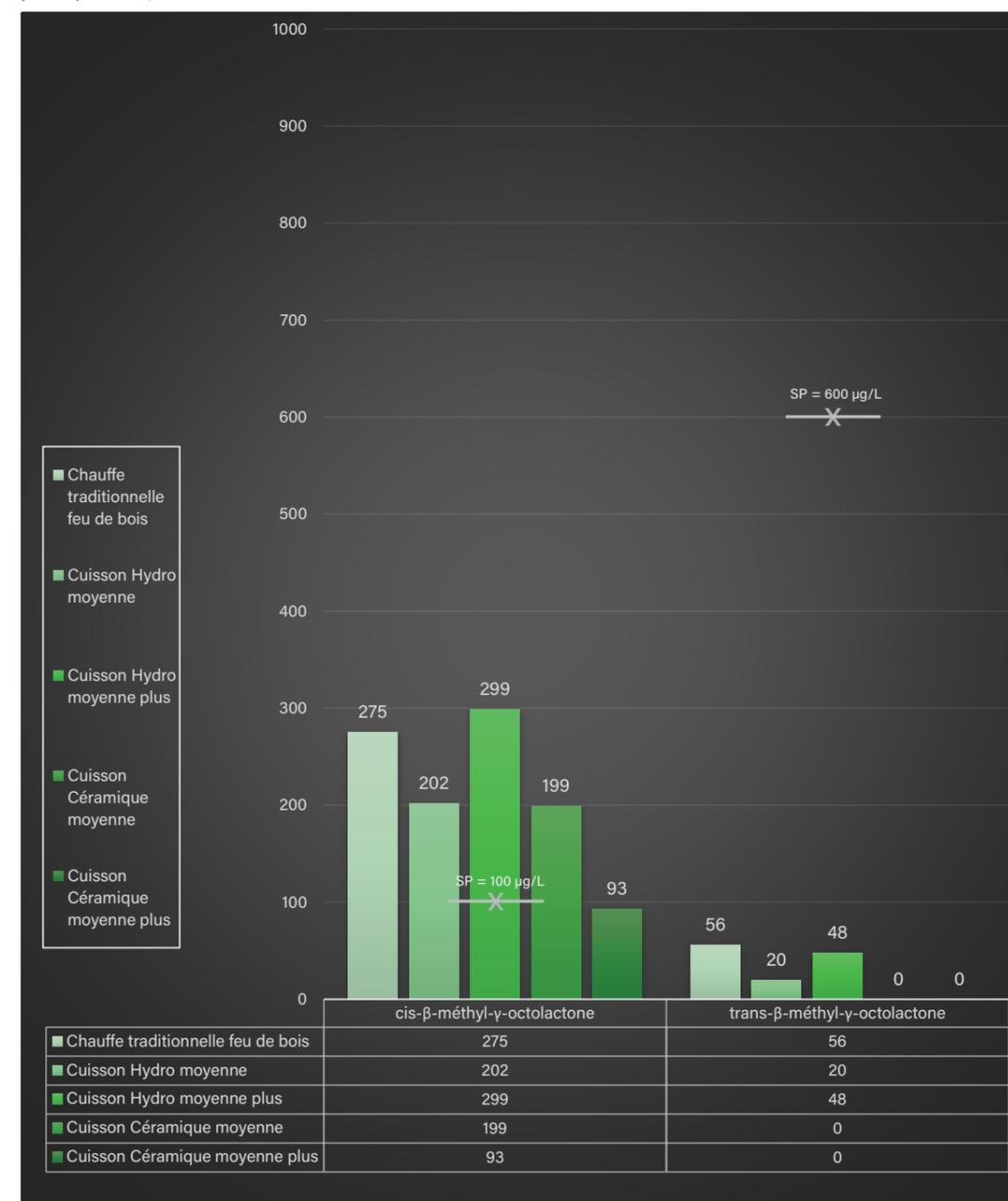




Ces lactones peuvent être de différents types, tels que les lactones γ , δ , et ϵ , qui diffèrent par la longueur de leur chaîne carbonée. Pendant le processus de chauffe et de traitement thermique, la variabilité des températures élevées et des conditions de traitement peuvent influencer le type et la quantité de lactones produites et en conséquence la nature du profil aromatique "bois frais" apporté au vin en élevage sous bois de chêne, notamment à travers une intensité plus ou moins soutenue et une variabilité dans leur seuil de perception olfactif.

Les résultats analytiques obtenus pour chaque modalité en **composés aromatiques présents naturellement dans le bois frais (whisky-Lactone)** sont présentés dans le tableau et les graphiques suivants (Graphique 3).

RÉSULTATS : PROFILS QUANTITATIFS



* SP: Seuils de perception olfactive et valeurs exprimées en µg/L

Concernant les composés aromatiques présents dans le bois séché naturellement et responsables des sensations jugées comme positives de « bois frais », de boisé, noix de coco ou vanille, etc... (aldéhydes phénoliques, lactones), nous pouvons constater une concentration relativement **homogène, subtile et intense** pour l'ensemble des modalités de chauffes.

Sur l'apport en isomères de méthyl-octolactones, il est intéressant de comprendre que les isomères cis et trans sont des formes d'isomérisation géométrique, ce qui signifie qu'ils diffèrent dans la manière dont les atomes sont disposés autour d'une liaison double ou d'une liaison cyclique. Dans le cas des isomères cis et trans, qui sont des composés cycliques comportant une liaison ester, ils se distinguent par la position des groupes fonctionnels par rapport à la liaison cyclique.

Cette différence entre les isomères cis et trans des lactones entraîne des implications sur leurs propriétés physiques et chimiques, y compris leur stabilité, leur solubilité et leurs interactions avec d'autres composés. Ces différences influencent les arômes, les saveurs et leur sensibilité en perception. En termes aromatiques, les isomères cis et trans des lactones expriment des profils sensoriels différents en raison de leurs structures moléculaires distinctes. Cependant, ces différences peuvent être subtiles et dépendent souvent de la nature spécifique de la lactone en question et des phénomènes de synergie liés à la matrice du vin ou du spiritueux élevé.

De manière générale, l'isomère cis développe un arôme plus doux et plus rond de noix de coco, avec des notes parfois plus crémeuses ou lactées. Il est décrit comme la molécule clé de l'arôme caractéristique « boisé » du chêne. Il peut également présenter des nuances florales ou fruitées plus délicates, exhaustives de fraîcheur pour un seuil de sensibilité aromatique autour des 100 µg/L.

Dans l'analyse, nous constatons 3 niveaux de concentration et d'expression de ce marqueur. La cuisson hydro d'intensité moyenne plus développe un niveau d'expression remarquable jusqu'à pousser le curseur 3 fois au dessus du seuil de perception. En **élevage, cette modalité pourra offrir au vin qu'elle contiendra ; le marqueur caractéristique de l'arôme noix de coco mais aussi énormément de fraîcheur et d'élégance notamment pour l'élevage des vins blancs.** La chauffe traditionnelle au feu de bois se distingue également par un niveau élevé en isomère Cis. Ce marqueur est complété par une présence synergique en lactones trans, qui témoigne à nouveau de la maîtrise des

RÉSULTATS : PROFILS QUALITATIFS

VINÉA TONNELLERIE





températures même les plus élevées lors des procédés de chauffes classiques menés par Vinéa Tonnellerie pour sa gamme AROMOAK® et vient confirmer les raisons de la faible présence en arômes grillés/toastés préalablement observée.

Des études ont prouvé, qu'en chauffe traditionnelle radiative, que la formation de lactones à partir de formes précurseurs était favorisée pour des températures comprises entre 120°C et 160°C, puis elles se dégradent ou se volatilisaient ensuite lorsque la température s'élevait (CHATONNET et al., 1992). Cela démontre une **précision dans l'application de la montée en température**, qui fluctue et s'harmonise en moyenne pondérée autour de ces valeurs et ce quelque soit les temps et les modalités d'application différents d'une chauffe à l'autre.

À l'opposé, cela nous permet également de comprendre l'écroulement constaté, en analyses, de la présence en lactones pour la cuisson céramique d'intensité moyenne plus. Son seuil d'expression se positionne en dessous de la valeur repère, signifiant une dégradation importante, voire totale pour les formes trans, du **fait d'une exposition trop longue à des températures élevées supérieures à 160°C**.

Les cuissons hydro et céramique d'intensité moyenne, Hydro moyenne et Céramique moyenne offrent un très bon ratio et une belle complémentarité de gamme en se positionnant sur des valeurs intermédiaires et présentant un rapport de 2 fois supérieur au seuil de perception. Cet impact "bois frais" modéré vient s'ajouter pour ces modalités à une expression grillée/toastée et fumée/épiciée toute en subtilité et maîtrise ; faisant de ces 2 modalités des solutions parfaitement adaptées **au soutien et à l'épaulement boisé, en élevage, recherchés par les winemakers, leur permettant de développer des profils modernes, dynamiques, fruités et gourmands**.

En complément, il est reconnu également que le potentiel en whisky-lactones du bois de chêne d'origine française est extrêmement variable. Cette variabilité est accrue si le bois n'est pas séché et mûrit pendant un temps suffisant ; dans ces conditions la teneur en lactones n'augmente pas et la proportion d'isomère trans(+), moins odorant, est plus élevée (rapport cis/trans < 1) que si le bois a séché naturellement pendant un temps suffisant (CHATONNET et al., 1992). Nous noterons qu'aucune modalité de chauffe ou de cuissons ne présente un rapport < 1 ; tout en présentant des profils de bois identiques en termes d'origine. Nous en concluons donc sur **l'affirmation d'un séchage à l'air libre de grande qualité pour l'ensemble des modalités de la gamme AROMOAK®**.

RÉSULTATS :
PROFILS QUALITATIFS

VINÉA TONNELLERIE

Le bois de chêne contient naturellement des composés phénoliques tels que les tanins, les lignines et les flavonoïdes. Lorsque le bois est chauffé, certains des groupes fonctionnels présents dans ces composés phénoliques peuvent être oxydés, ce qui conduit à la formation d'aldéhydes phénoliques. Les aldéhydes phénoliques sont des composés organiques comportant un groupe carbonyle (C=O) lié à un groupe phénolique. Ces aldéhydes phénoliques contribuent aux arômes caractéristiques vanillés du bois de chêne et jouent un rôle gustatif majeur en termes de saveur et de sucrosité pour les vins élevés sous bois. Les aldéhydes phénoliques formés pendant la chauffe du bois de chêne peuvent varier en fonction de divers facteurs, tels que la température et/ou la durée de la chauffe, le taux d'humidité et la composition chimique du bois.

DES PROFILS AROMATIQUES VANILLÉS PARFAITS VECTEURS DE CONSTRUCTION DES ÉQUILIBRES DE MILIEU DE BOUCHE

04

Certains des aldéhydes phénoliques les plus courants qui se forment pendant la chauffe du bois de chêne comprennent la vanilline, le syringaldéhyde, le synapaldéhyde et le coniféraldéhyde. Ces composés phénoliques formés contribuent aux arômes caractéristiques du bois de chêne, en ajoutant des notes briochées, de vanille, de pain d'épices et de caramel aux vins et aux spiritueux élevés sous bois. Leur présence peut également influencer la complexité et l'équilibre des arômes dans le produit fini.

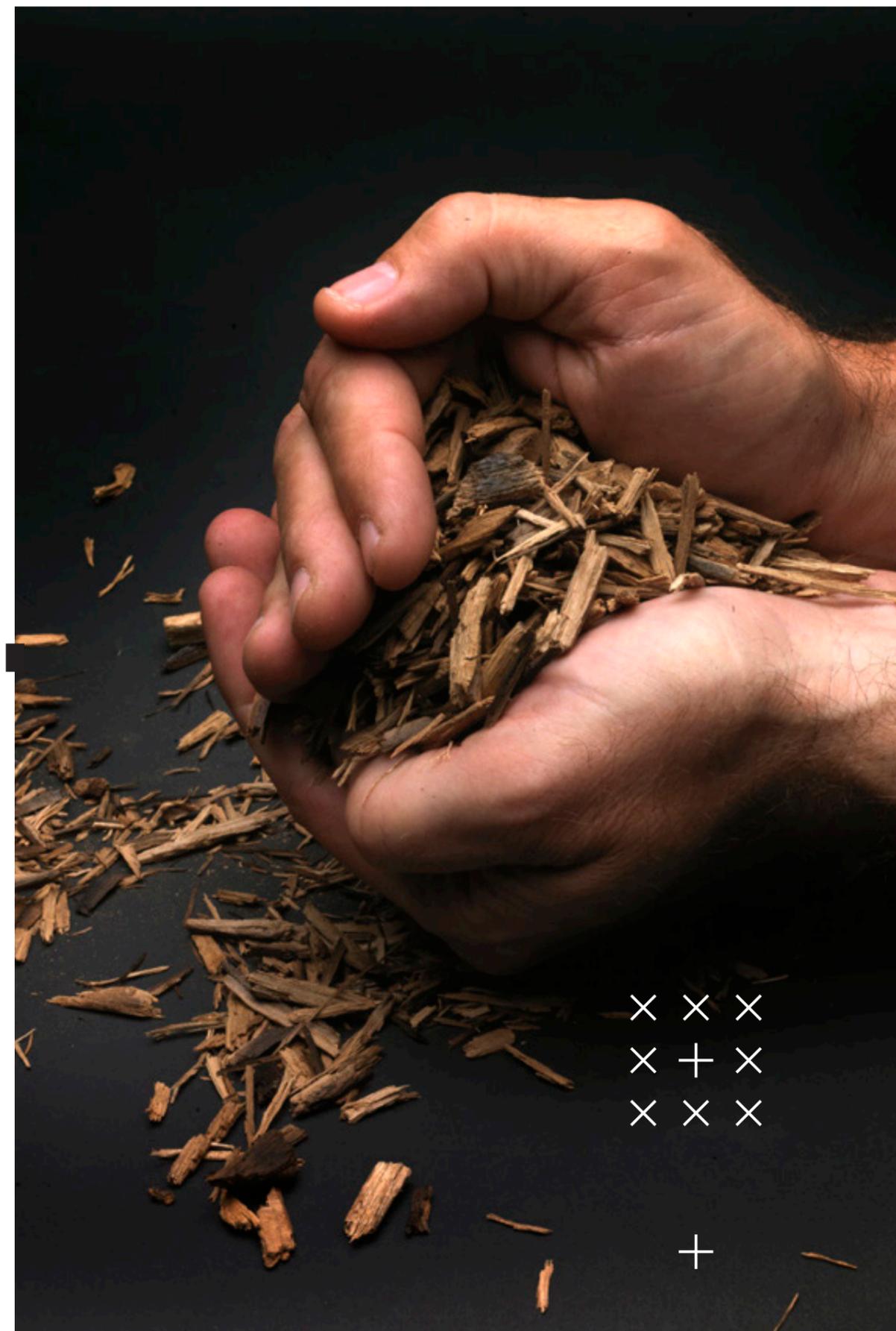
L'analyse des profils aromatiques "bois frais" a été réalisée sur les 4 composés non volatils clés dont les teneurs peuvent être influencées dans chaque extrait par la variabilité de chauffe et/ou de cuisson:

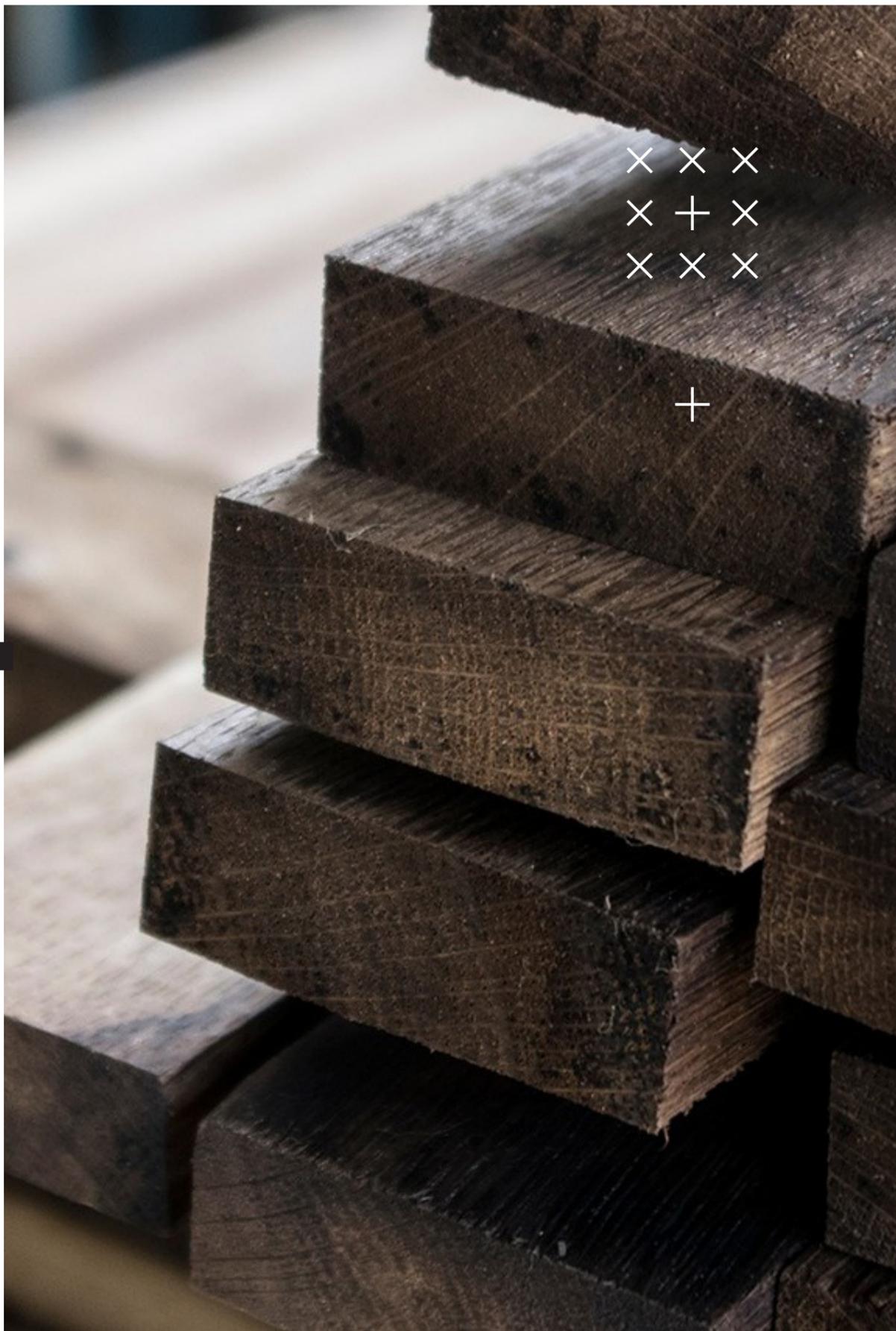
- vanilline (vanille, brioche) - syringaldéhyde (vanillé, sucrosité)
- sinapaldéhyde (pain d'épices, cannelle, poivre)
- coniféraldéhyde (cèdre, cannelle, résineux)

Il est important de rappeler que pour les analyses portant sur ces composés extractibles non volatils (contrairement aux précédentes interprétations qui portaient sur des valeurs de composés volatils), la mise en solution de ceux-ci nous donnera une valeur quantifiable d'extraction totale mais non qualifiable en rapport avec l'apport potentiel d'une barrique neuve. La valeur étant pour la partie non volatile totalement décorrélée du ratio de 1:3333 applicable à la partie volatile. Nous nous attacherons seulement à juger des variabilités induites par les différentes modalités de chauffe et/ou cuissons, en termes d'extractibilité totale de ces composés.

RÉSULTATS :
PROFILS QUANTITATIFS

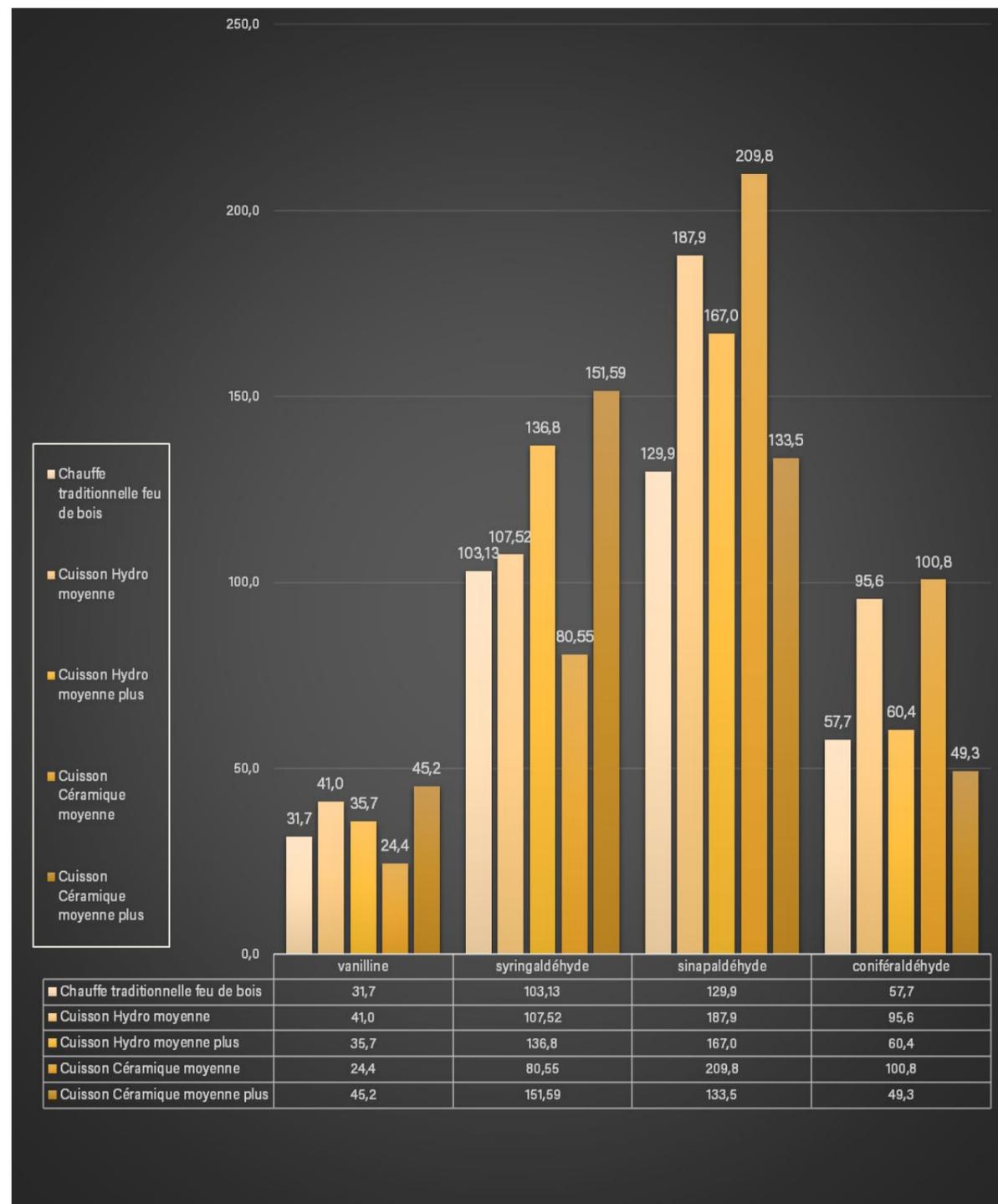
VINÉA TONNELLERIE





Les résultats analytiques obtenus pour chaque modalité en **composés aromatiques vanillés issus de la dégradation des composés phénoliques du bois (aldéhydes phénoliques)** sont présentés dans le tableau et les graphiques suivants (Graphique 4).

PROFILS QUANTITATIFS



*Valeurs exprimées en mg/L

Concernant l'analyse des aldéhydes phénoliques contribuant aux arômes caractéristiques vanillés du bois de chêne et jouant un rôle gustatif majeur en termes de saveur et de sucrosité pour les vins élevés sous bois, nous pouvons constater une révélation en vanilline et en syringaldehyde croissante et fonction de l'élévation de l'intensité des températures. **Les cuissons hydro et céramique d'intensité moyenne plus permettent d'augmenter les teneurs en composés fortement vanillés et aux contours sucrants et enrobants.**

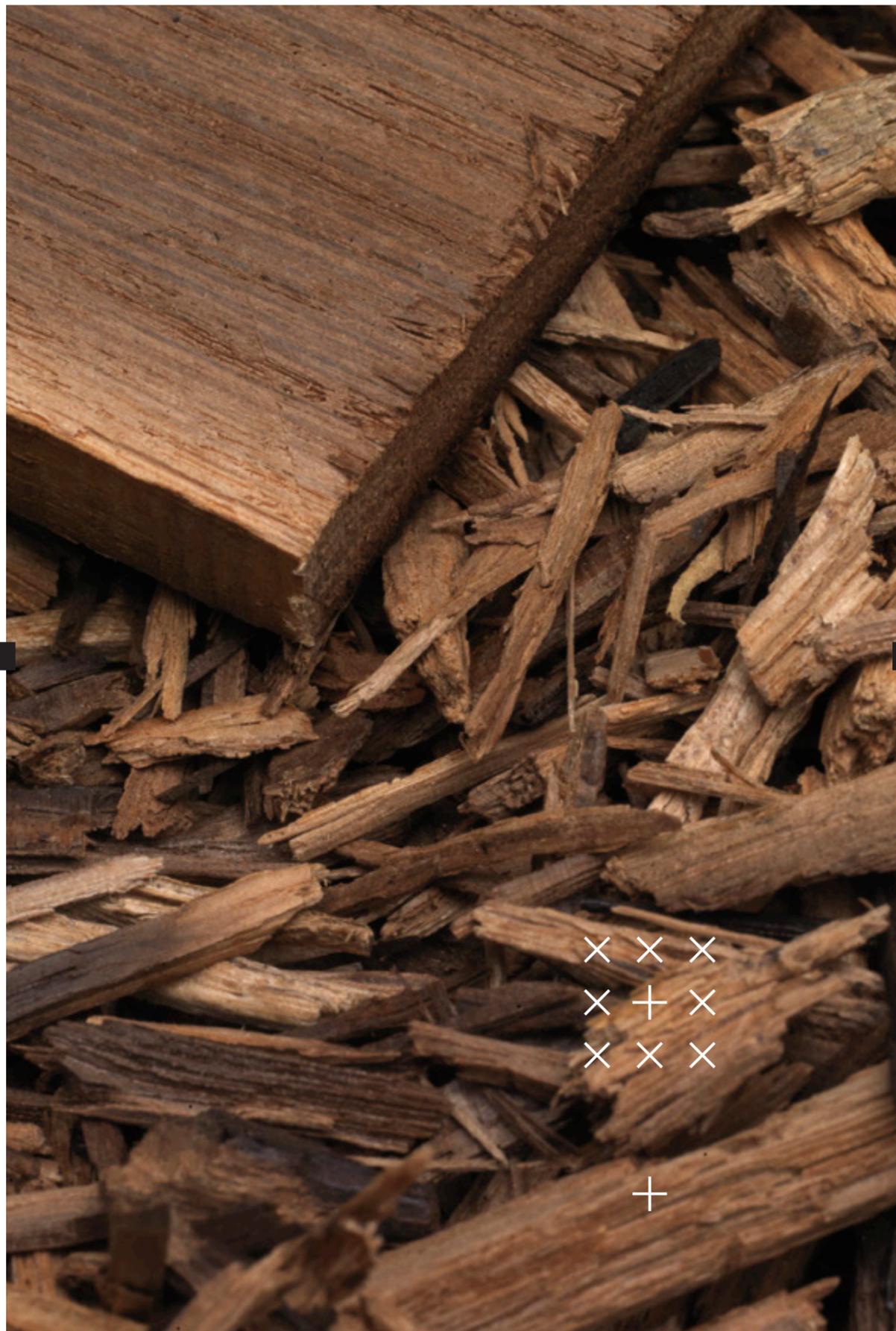
Nous pouvons préciser qu'un fort apport en syringaldehyde, associé à un élevage sur lies fines en blanc, peut s'avérer constructif pour l'équilibre global de cépages blancs à forte trame tanique (Chardonnay, Chenin, etc...). Cet apport bénéficiera à la construction d'un meilleur équilibre gustatif, dont la longueur en bouche, et à la stabilisation de la structure colloïdale, participant ainsi au renforcement de la résistance du vin vis à vis d'un vieillissement prématuré de ses arômes.

Il vient également confirmer le potentiel délicat et parfaitement équilibré, déjà constaté pour d'autres paramètres aromatiques, que proposent ces modalités parfaitement adaptées à l'élevage de grands vins puissants et structurés, dont l'élégance et la finesse seront magnifiées par la douceur de contours sucrants et enrobants.

À l'opposé, les températures élevées tendent à dégrader les valeurs en synapaldéhyde et coniferaldehyde, dont les sensations plus séveuses, voire résineuses se conjuguent plus facilement avec des vins nécessitant de la fraîcheur en équilibre de milieu de bouche. **Les intensités moyennes ou maîtrisées proposées par la chauffe traditionnelle au feu de bois et/ou les cuissons Hydro moyenne et Céramique moyenne confirment leur intérêt pour des vins aux profils plus sensibles nécessitant moins de mâche ou de gourmandise, et plus de tension.**

Nous pouvons en conclure que la maîtrise parfaite des montées en températures déjà constatée pour les autres paramètres aromatiques, permet de juguler l'expression vanillée dans un pantone clair aux contours sucrants et enrobants ; faisant des différents profils de chauffe et/ou de cuissons de la gamme AROMOAK®; **le parfait vecteur de construction des équilibres de milieu de bouche pour les vins élevés avec les solutions en bois pour l'œnologie** qu'elle propose.





Les tanins sont des composés phénoliques naturellement présents dans le bois de chêne, qui proviennent principalement de la rupture des liaisons des unités monomères de lignine, induite par les processus mécaniques de séchage naturel et de chauffes et/ou de cuissons. Les tanins du bois de chêne participent à la construction de la structure colloïdale et ainsi à la régulation du niveau d'oxydoréduction du vin, influençant la stabilisation de la couleur et l'assouplissement de ses tanins. L'oxygène est progressivement consommé par les composés phénoliques du vin, mais surtout par les ellagitanins qui représentent un ensemble de catalyseurs peroxydatifs performants. La disparition de l'oxygène dissous est suivie d'une production plus ou moins importante d'acétaldéhyde dans les vins (1,4,6), pivot de condensation entre les tanins et les anthocyanes (VIVAS, et al. 1993).

05 DES PROFILS TANNIQUES ÉQUILIBRÉS PAR DES APPORTS STRUCTURANTS À SAPIDES

RÉSULTATS :
PROFILS QUANTITATIFS

Il existe différentes formes de tanins dans le bois de chêne, notamment les tanins hydrolysables et les tanins condensés. Les tanins hydrolysables sont plus facilement solubles dans l'eau et peuvent contribuer à des saveurs plus douces et plus souples dans le vin. Les tanins condensés, quant à eux, sont plus complexes et peuvent apporter des saveurs plus intenses et structurantes.

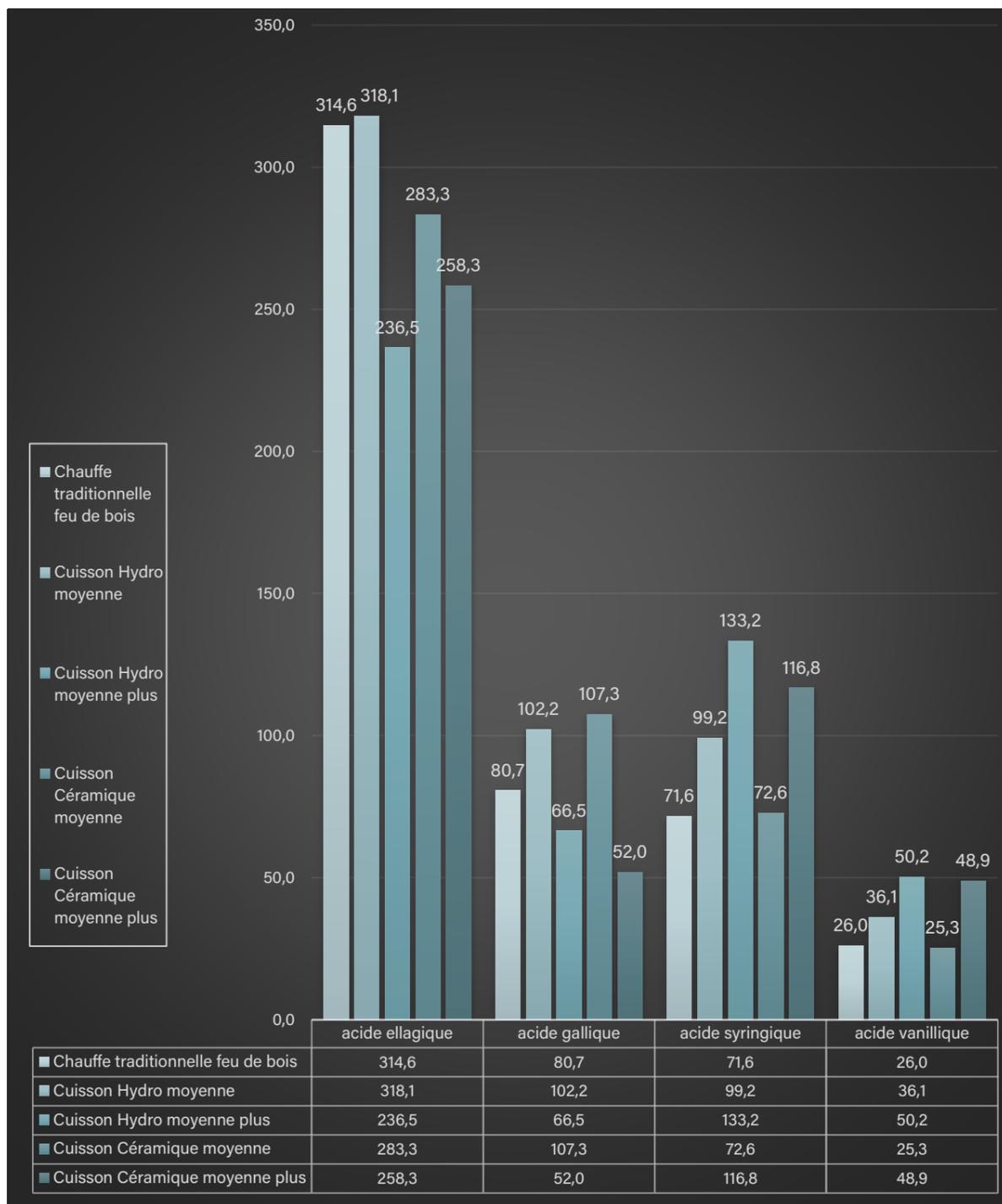
Pendant l'élevage sous bois, les tanins du bois de chêne interagissent avec les composés du vin, tels que les anthocyanes, les flavonoïdes et les acides. Ces interactions contribuent à la complexité et à l'évolution des caractéristiques sensorielles du vin au fil du temps. L'analyse des profils tanniques a été réalisée sur 4 composés non volatils clés dont les teneurs peuvent être influencées dans chaque extrait par la variabilité de chauffe et/ou de cuisson:

- acide ellagique (astringent, acide, anti-oxydant)
- acide gallique (astringent, acide, anti-oxydant)
- acide syringique (sucrant, sapide, astringent)
- acide vanillique (sucrant, sapide, astringent)

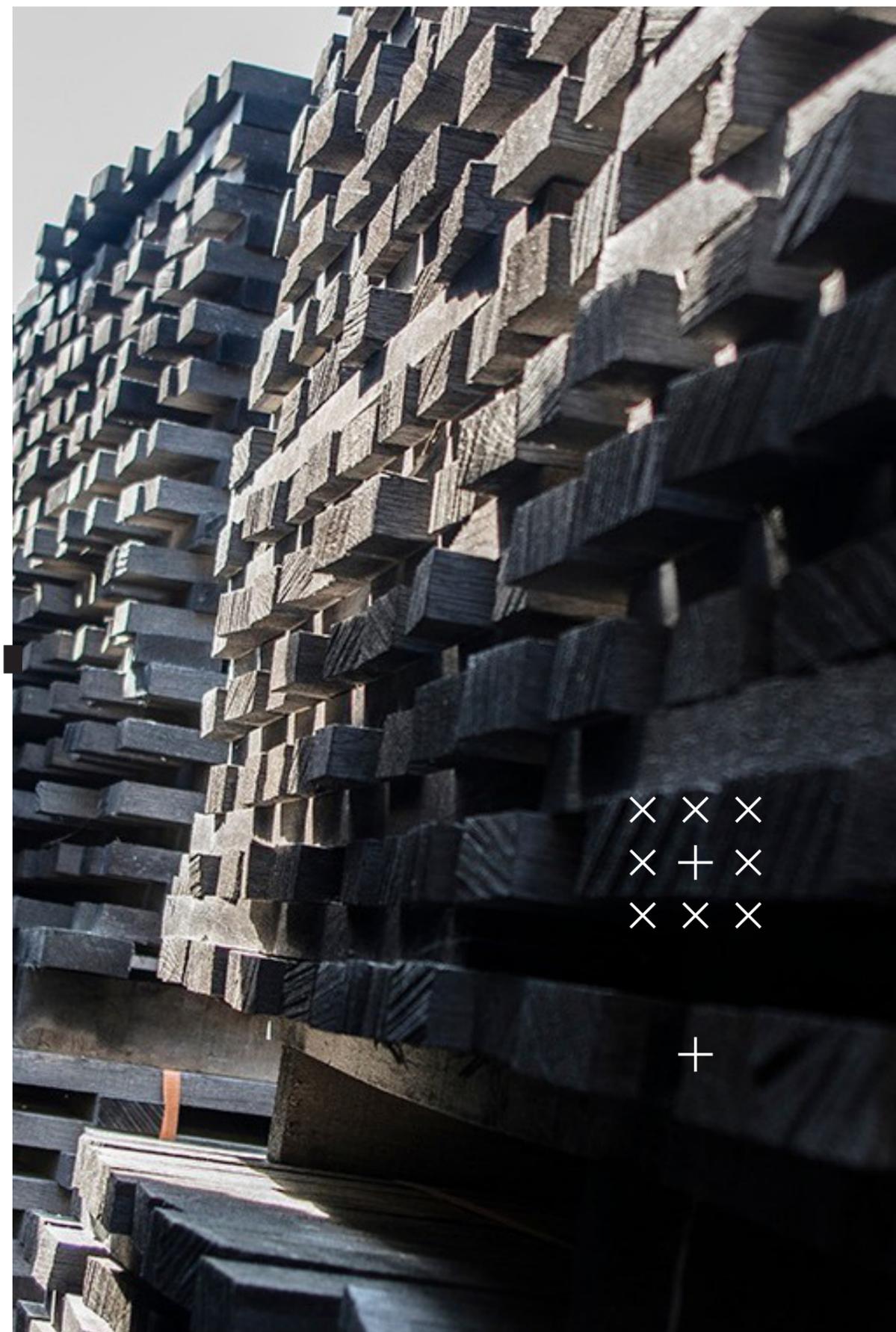
Il est important de rappeler qu'à l'instar des profils aromatiques vanillés, nous nous attacherons seulement à juger des variabilités induites par les différentes modalités de chauffe et/ou cuissons, en termes d'extractibilité totale quantifiable de ces composés (cf. paragraphe 4)

Les résultats analytiques obtenus pour chaque modalité en **composés phénoliques issus de la dégradation de la lignine (tanins hydrolysables)** sont présentés dans le tableau et les graphiques suivants (Graphique 5).

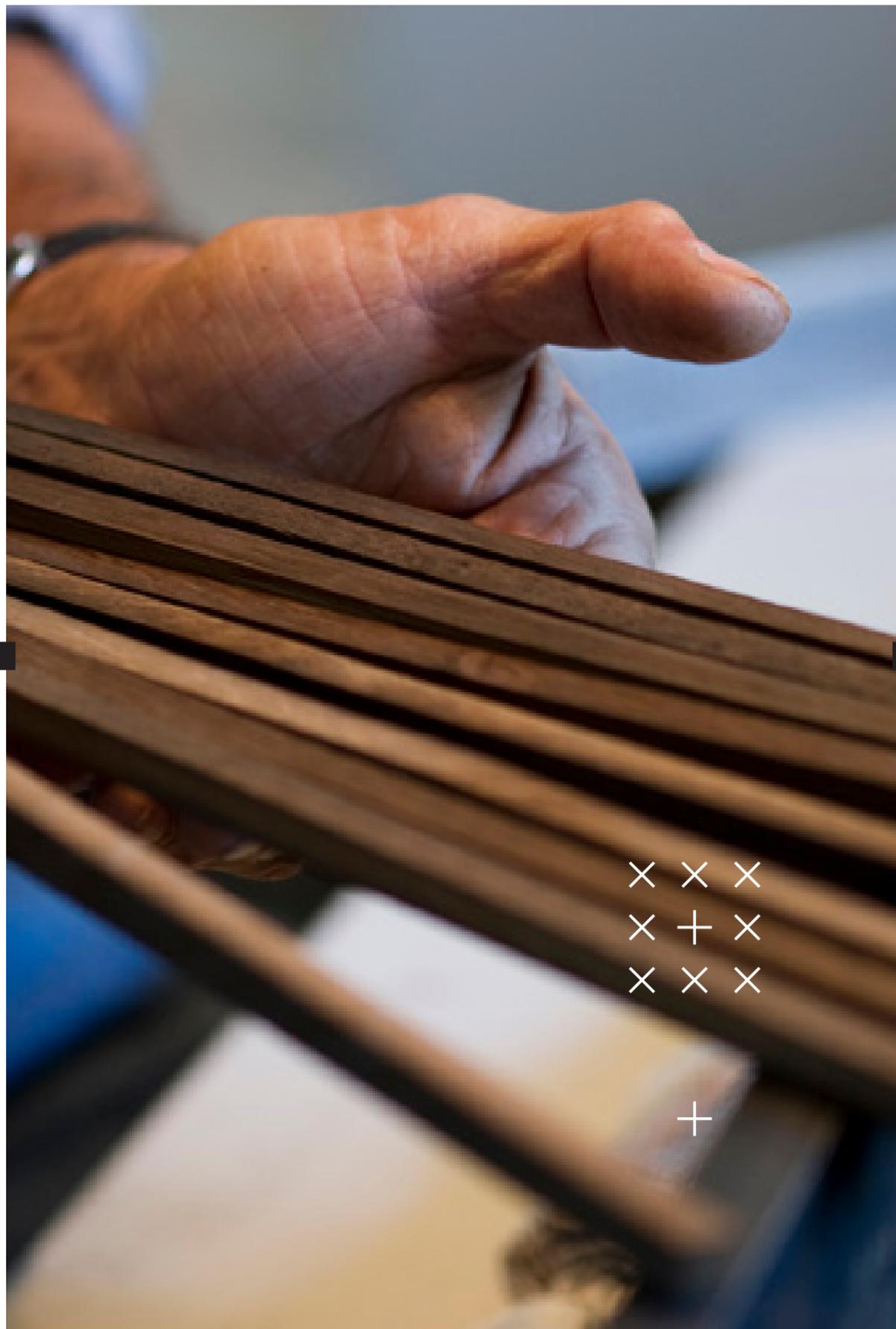
PROFILS QUANTITATIFS



* Valeurs exprimées en mg/L



VINÉA TONNELLERIE



Concernant l'analyse des tanins hydrolysables contribuant à la complexité et à l'évolution des caractéristiques sensorielles des vins élevés sous bois, nous pouvons constater que la montée progressive en intensité et en température tend à dégrader les valeurs en acide ellagique et en acide gallique, dont les caractères plus anguleux, voire astringents se conjuguent plus facilement avec des vins nécessitant de la fraîcheur en équilibre de milieu de bouche.

Les intensités moyennes ou maîtrisées proposées par la chauffe traditionnelle au feu de bois et/ou les cuissons Hydro moyenne et Céramique moyenne s'affirment comme une réponse graduelle aux besoins de rééquilibrage structural de vins de plus en plus **marqués par les effets du réchauffement climatique qui affecte la maturité des raisins et influence ainsi les caractéristiques des vins produits.** Ces effets peuvent inclure des changements dans les niveaux de sucres et d'acidité, entraînant des vins plus alcooleux et présentant des pH élevés, avec des profils aromatiques plus mûrs et confiturés, et plus sensibles aux phénomènes oxydatifs.

Nous pouvons préciser qu'un fort ajout en acide ellagique, associé à un élevage réfléchi et mesuré en apports d'oxygène, peut s'avérer constructif pour l'équilibre global de cépages rouges (Merlot, Carignan, etc...) et leur tenue en appréciation dans le temps (potentiel de garde).

À l'opposé, nous pouvons constater une révélation en acide vanillique et en acide syringique croissante et fonction de l'élévation de l'intensité des températures. **Les modalités de cuisson hydro et céramique d'intensité moyenne plus favorisent une augmentation des niveaux de ces composés, récemment identifiés comme de nouveaux marqueurs de la sapidité des vins élevés sous bois.**

La caractérisation, au niveau sensoriel puis structural, des composés purifiés à partir des différents extraits de bois de chêne, a permis d'isoler 6 molécules perçues comme pouvant exprimer un goût sucré après leur ajout dans un vin blanc. Le syringaldéhyde, le sinapaldéhyde, l'acide vanillique, l'acide syringique, la pédunculagine et la quercusnine A étant les molécules identifiées dans le genre Quercus (WINSTEL, et al. 2019).

Nous pouvons en conclure que la maîtrise parfaite des montées en températures déjà constatée pour les autres paramètres permet de proposer un éventail large et complémentaire en apport en tanins hydrolysables suivant chaque profil différent de chauffe et/ou de cuissons de la gamme AROMOAK®, permettant d'offrir aux winemakers/utilisateurs des **profils tanniques équilibrés par des apports structurants à sapides.**

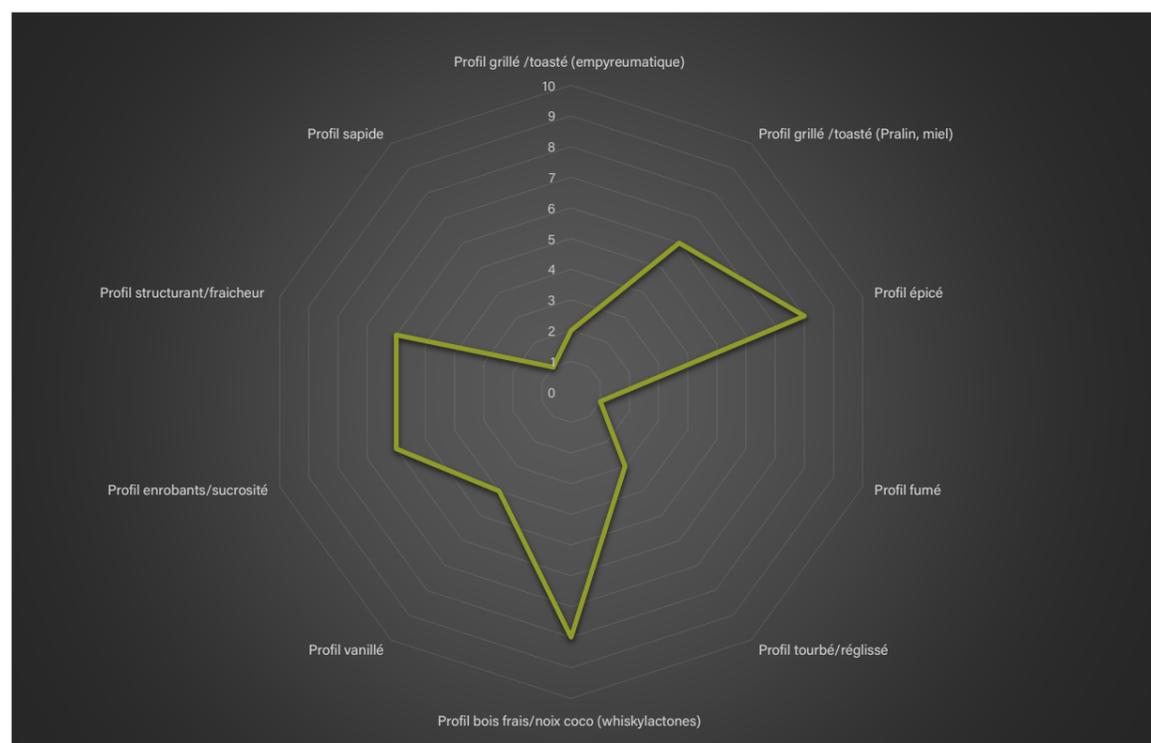
RÉSULTATS :
PROFILS QUALITATIFS

VINÉA TONNELLERIE

06

CHAUFFE TRADITIONNELLE AU FEU DE BOIS

Afin de faciliter la lecture des caractéristiques de chaque modalité pour le winemaker/utilisateur de la gamme de solutions de bois pour l'œnologie AROMOAK®, les différents profils analytiques de la **chauffe traditionnelle au feu de bois** sont présentés dans le graphique suivant.

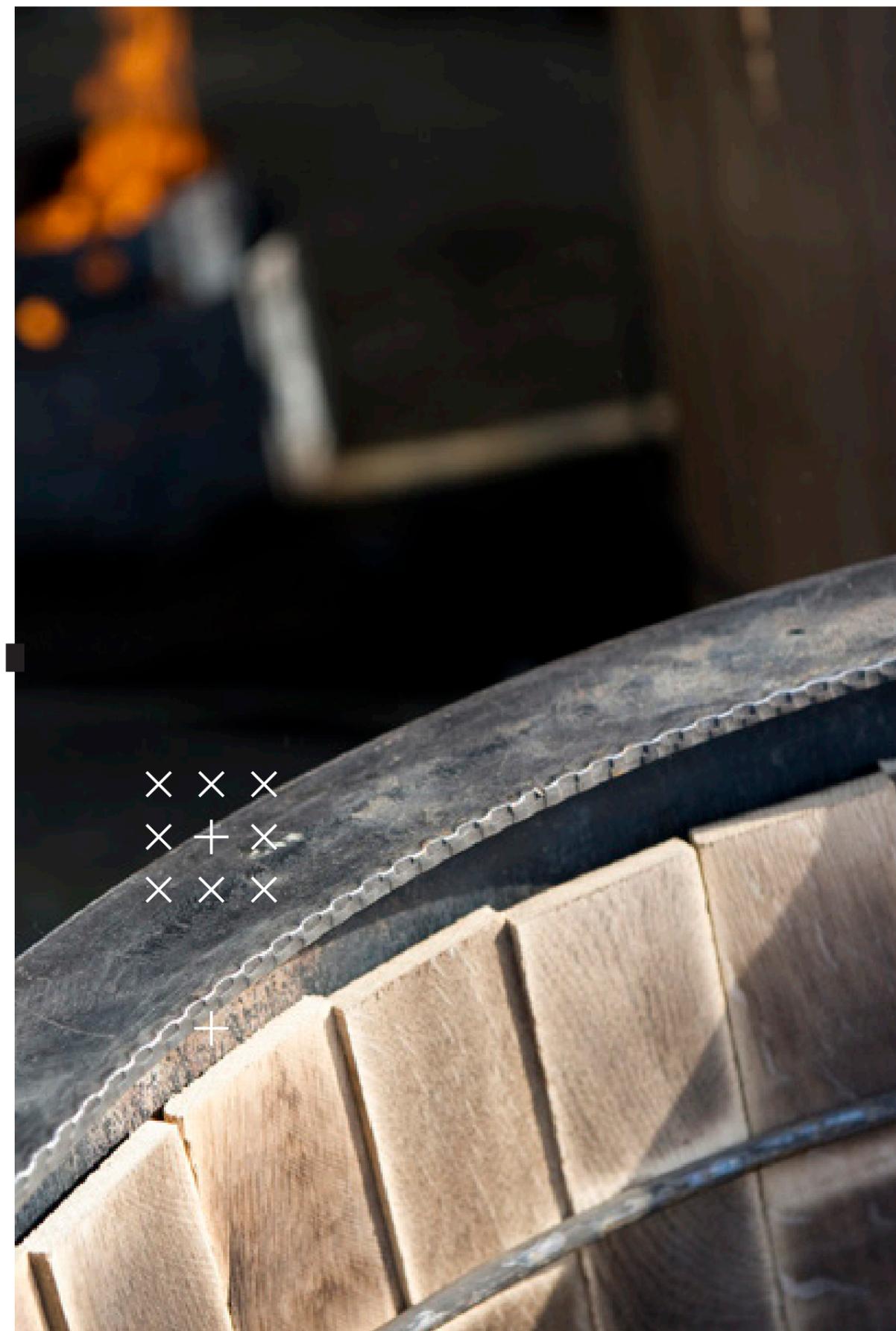


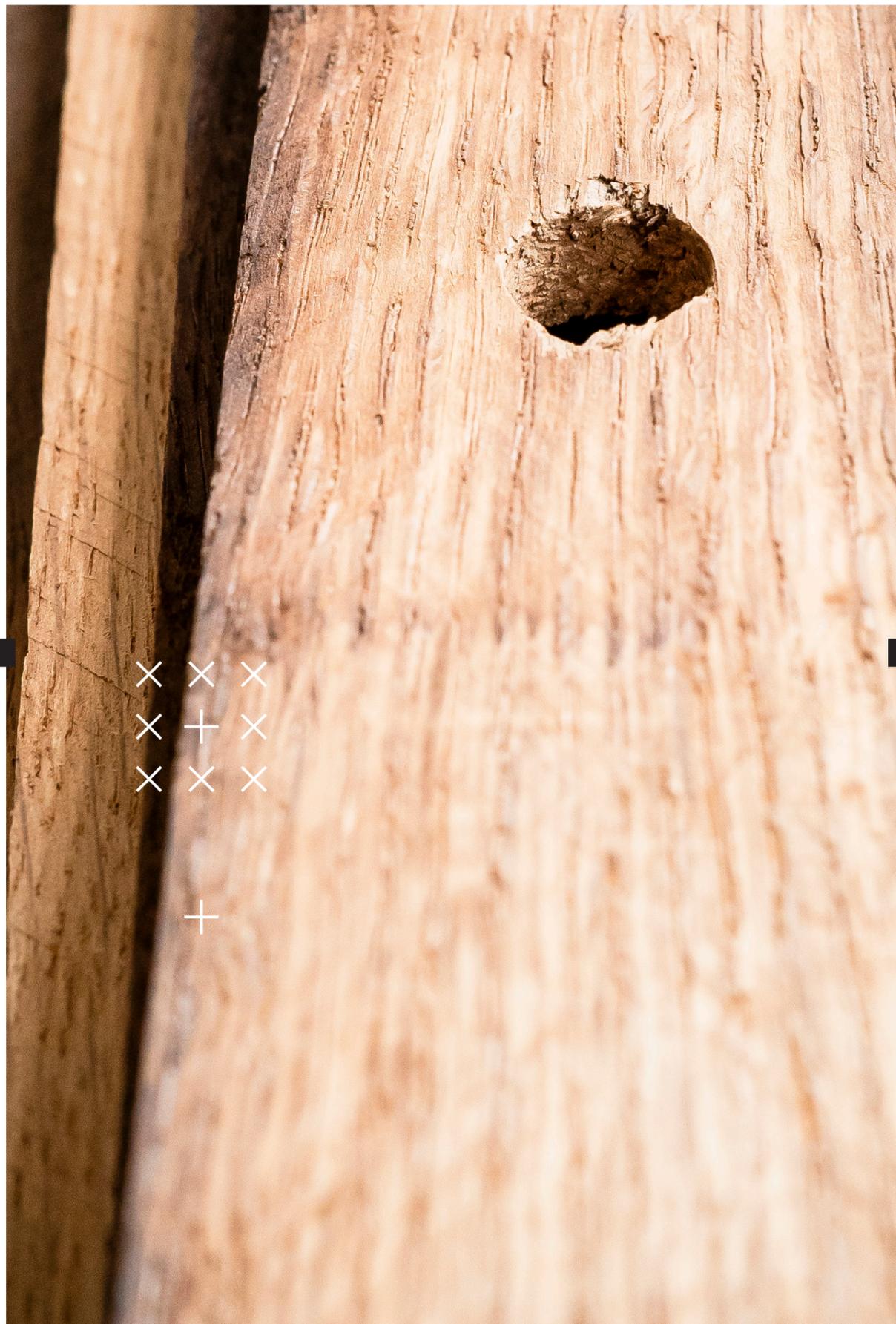
GAMME SOLUTIONS BOIS POUR L'ŒNOLOGIE

Nous évaluerons cette chauffe traditionnelle comme présentant un profil parfaitement maîtrisé en termes de gestion des températures et de montée en intensité que nous qualifierons de plutôt douces. Il en résulte une **proposition équilibrée entre caractères épicés, pralins, structurants, très classique et des apports en fraîcheur et en sucrosité parfaitement adaptés au profil des vins les plus modernes.**

Nous recommanderons la chauffe traditionnelle au feu de bois pour des élevages classiques et en encépagement rouge (Merlot, Cabernet, Syrah, Tempranillo...) ou blanc (Sémillon, Chenin, Chardonnay, Roussane...)

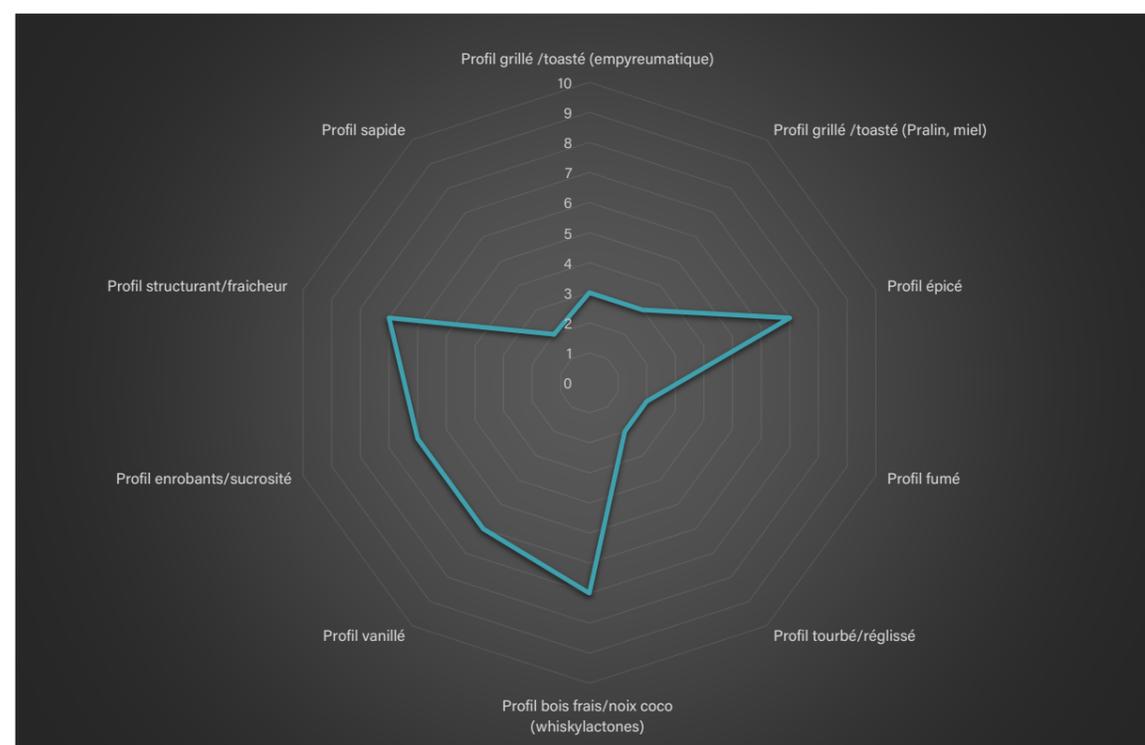
VINÉA TONNELLERIE





HYDRO MOYENNE / CUISSON HYDRO D'INTENSITÉ MOYENNE **07**

Afin de faciliter la lecture des caractéristiques de chaque modalité pour le winemaker/utilisateur de la gamme de solutions de bois pour l'œnologie AROMOAK®, les différents profils analytiques de la **cuisson hydro d'intensité moyenne/Hydro moyenne** sont présentés dans le graphique suivant.



GAMME SOLUTIONS BOIS POUR L'ŒNOLOGIE

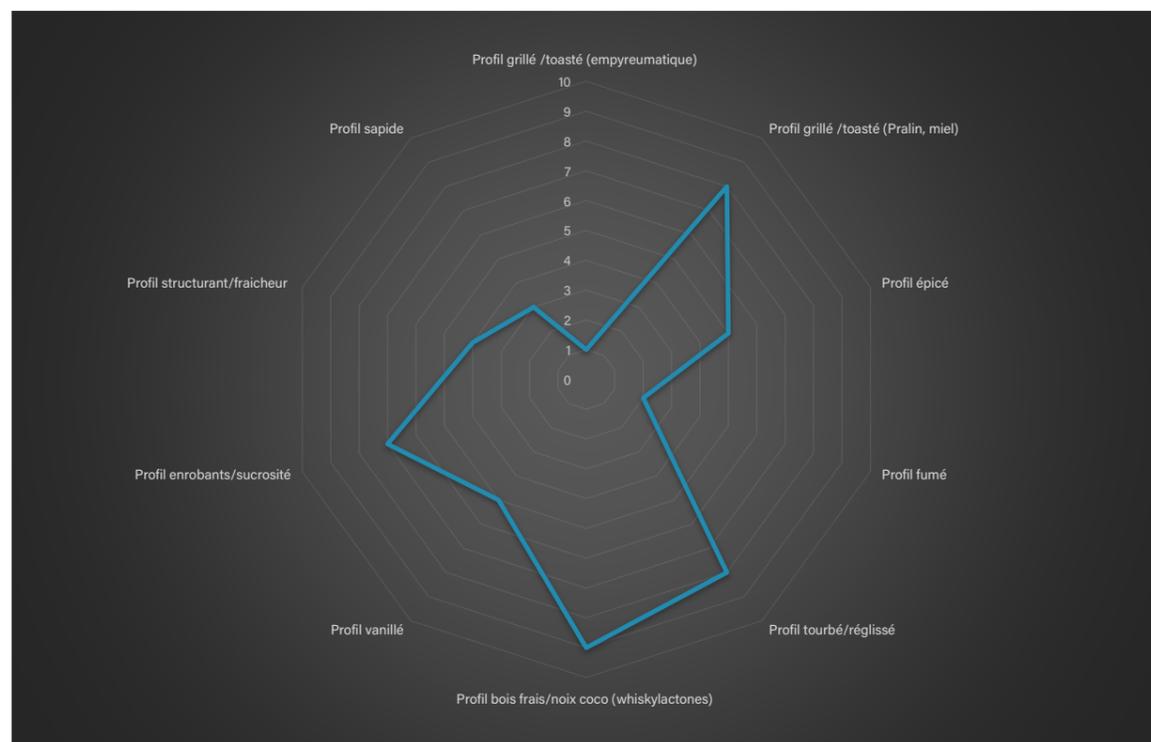
VINÉA TONNELLERIE

Nous évaluerons cette cuisson douce Hydro moyenne comme présentant un profil parfaitement maîtrisé en termes de gestion des températures et de montée en intensité. Il en résulte une proposition **très moderne et tendance, offrant un contour exhausté en fraîcheur, sucrosité et élégance suggérées, parfaitement adapté aux vins fruités, floraux en demande d'épaulement ou de soutien boisé en milieu de bouche.**

Nous recommanderons la cuisson Hydro moyenne pour des élevages disruptifs, pouvant être plus courts, aussi bien en encépagement rouge (Cabernet franc, Marselan, Petit Verdot...) ou blanc (Sauvignon, Rolle, Viognier...) et visant à surprendre.

HYDRO MOYENNE + / CUISSON HYDRO D'INTENSITÉ MOYENNE PLUS **08**

Afin de faciliter la lecture des caractéristiques de chaque modalité pour le winemaker/utilisateur de la gamme de solutions de bois pour l'œnologie AROMOAK®, les différents profils analytiques de la **cuisson hydro d'intensité moyenne plus /Hydro moyenne+** sont présentés dans le graphique suivant.



Nous évaluerons cette cuisson intense hydro moyenne + comme présentant un profil parfaitement maîtrisé en termes de gestion des températures et de montée en intensité. Il en résulte une proposition très **moderne et tendance, offrant un contour surexhausté en fraîcheur, sucrosité et caractères épicés/tourbés, parfaitement adapté à des profils de vins ou de spiritueux gourmands et en recherche de plus de buvabilité.**

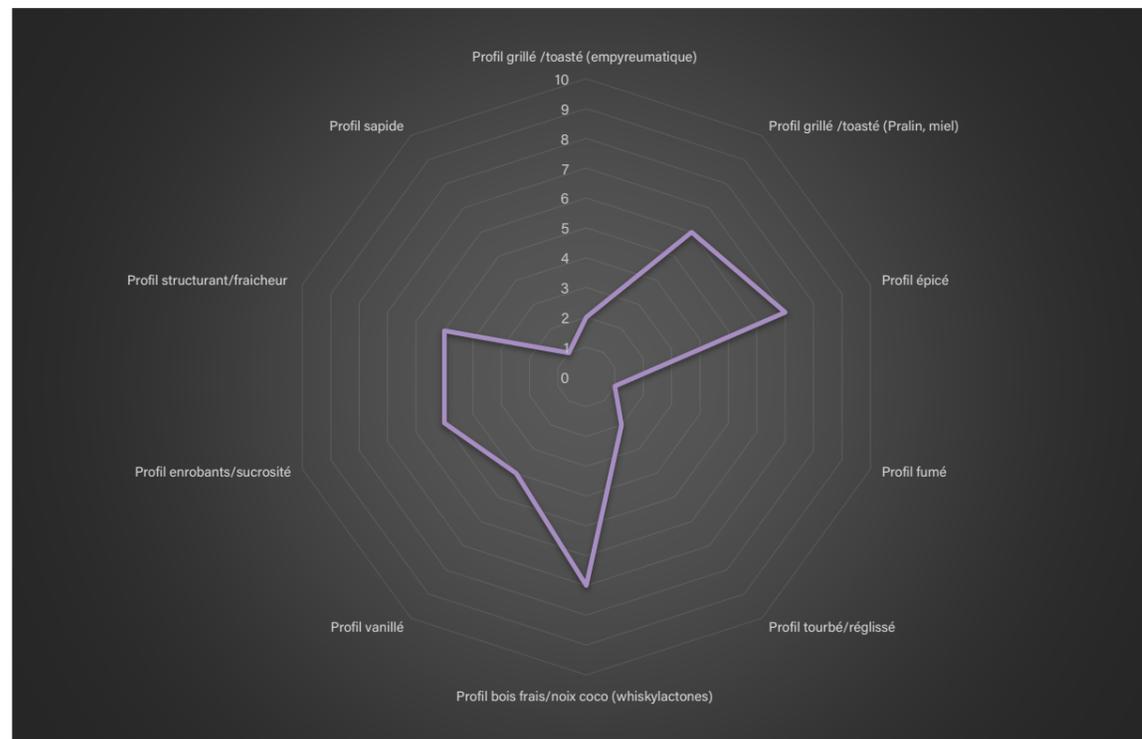
Nous recommanderons la cuisson Hydro moyenne + pour des élevages disruptifs, pouvant être courts ou classiques, aussi bien sur des profils vigneux complexes et à trame tannique dense (Syrah, Cabernets, Chardonnay, Chenin...) qu'en valorisation aromatique épicée dans les whiskies, certaines bières de garde et dans de nombreux spiritueux comme le rhum ou le cognac.





CÉRAMIQUE MOYENNE / CUISSON CÉRAMIQUE D'INTENSITÉ MOYENNE 09

Afin de faciliter la lecture des caractéristiques de chaque modalité pour le winemaker/utilisateur de la gamme de solutions de bois pour l'œnologie AROMOAK®, les différents profils analytiques de la **cuisson céramique d'intensité moyenne/Céramique moyenne** sont présentés dans le graphique suivant.

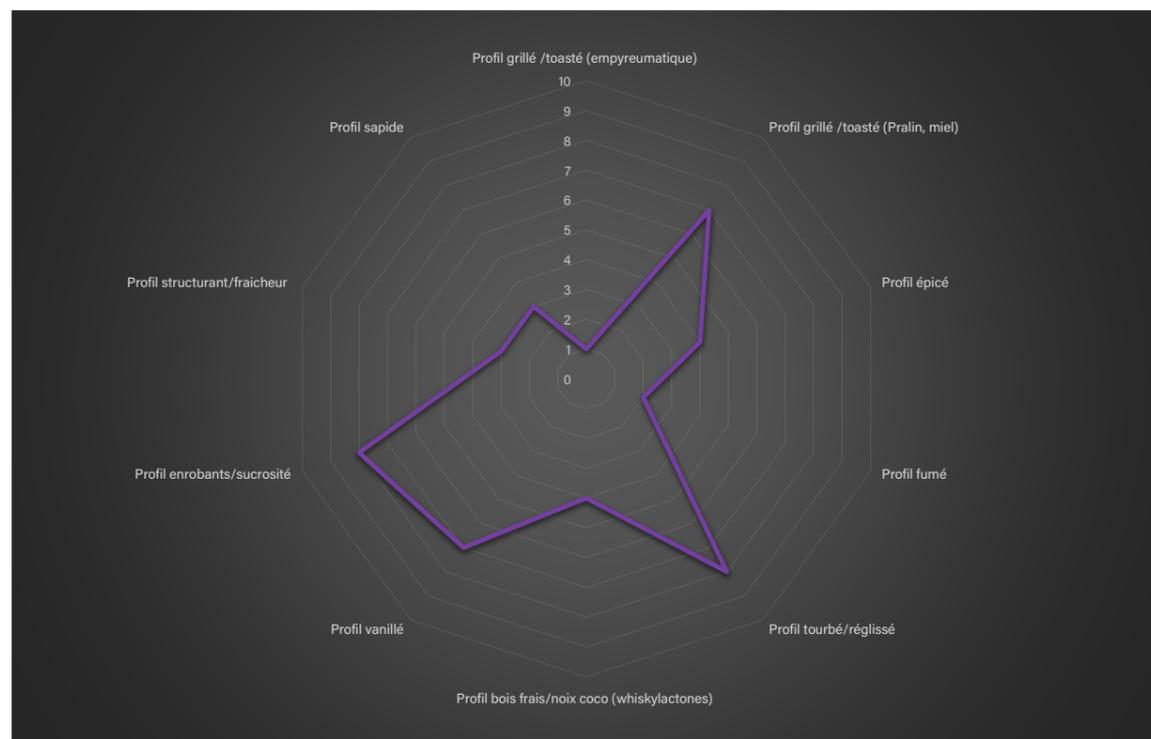


Nous évaluerons cette cuisson céramique de durée modérée et douce comme présentant un profil parfaitement maîtrisé en termes de gestion des températures et de montée en intensité. Il en résulte une proposition très **moderne et tendance, offrant un contour exhausté en fraîcheur structurelle et aromatique, parfaitement adapté aux vins tendus, précis, fruités ; où les notes épicées, coco viennent compléter délicatement une buvabilité naturelle.**

Nous recommanderons la cuisson Céramique moyenne pour des élevages disruptifs, pouvant être plus courts, aussi bien en encépagement rouge (Malbec, Merlot, Carménère...) ou blanc (Sauvignon, Gewurztraminer, Manseng...) et visant à surprendre.

CÉRAMIQUE MOYENNE + / CUISSON CÉRAMIQUE D'INTENSITÉ MOYENNE PLUS

Afin de faciliter la lecture des caractéristiques de chaque modalité pour le winemaker/utilisateur de la gamme de solutions de bois pour l'œnologie AROMOAK®, les différents profils analytiques de la **cuisson céramique d'intensité moyenne plus/Céramique moyenne +** sont présentés dans le graphique suivant.



Nous évaluerons cette cuisson intense céramique comme présentant un profil parfaitement maîtrisé en termes de gestion des températures et de montée en intensité. Il en résulte une proposition très **moderne et tendance, offrant un contour surexhausté en sucrosité, en caractères vanillés et crémeux ou en notes épicées/tourbées, parfaitement adapté à des profils de vins ou de spiritueux en recherche de gourmandise ou d'enrobage.**

Nous recommanderons la cuisson Céramique moyenne + pour des élevages disruptifs, pouvant être classiques à longs, aussi bien sur des profils vineux puissants et à trame tannique dense (Syrah, Cabernets, Chardonnay, Chenin...) qu'en valorisation aromatique vanillée dans les whiskies, certaines bières de garde et dans de nombreux spiritueux comme le rhum ou le cognac.

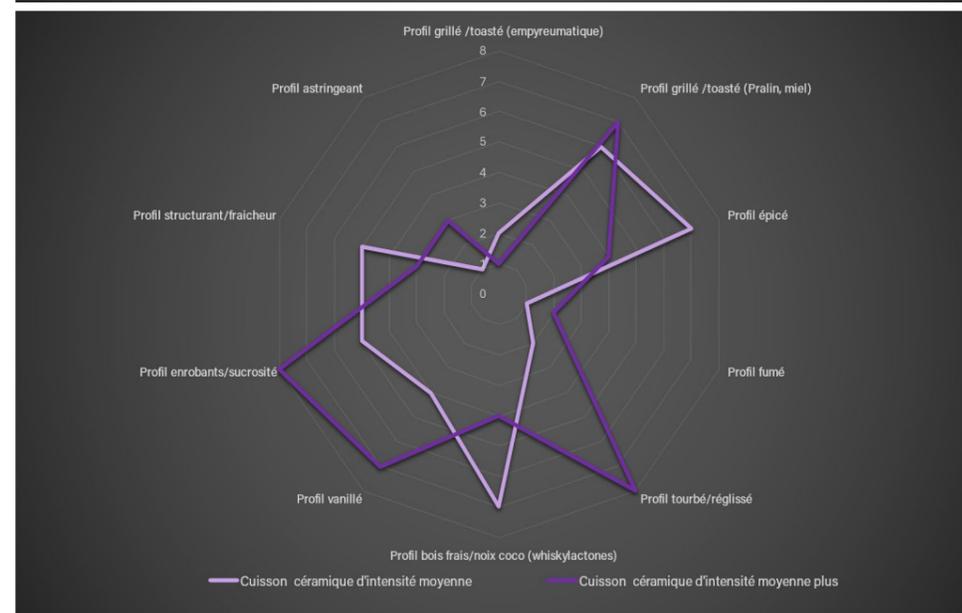
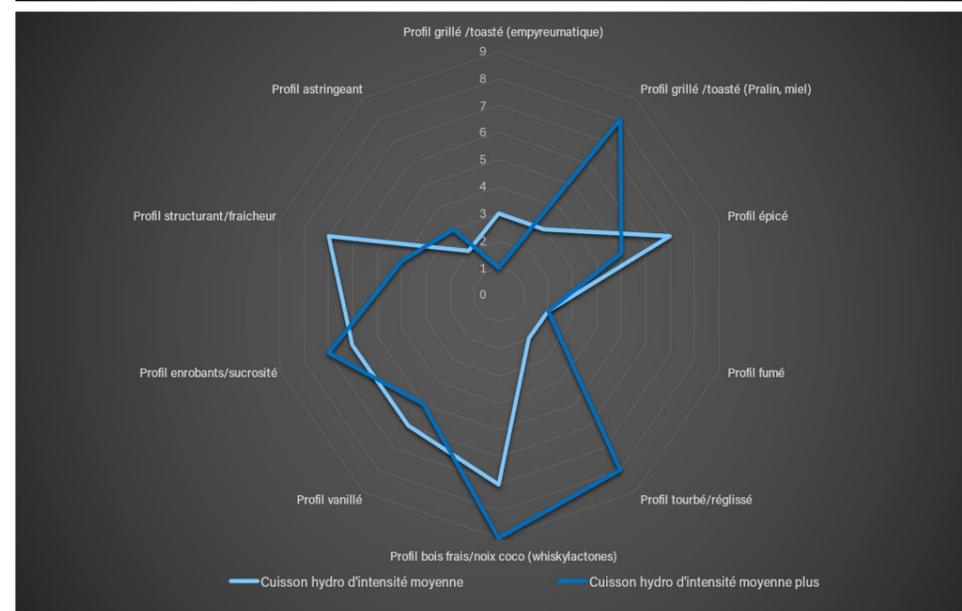
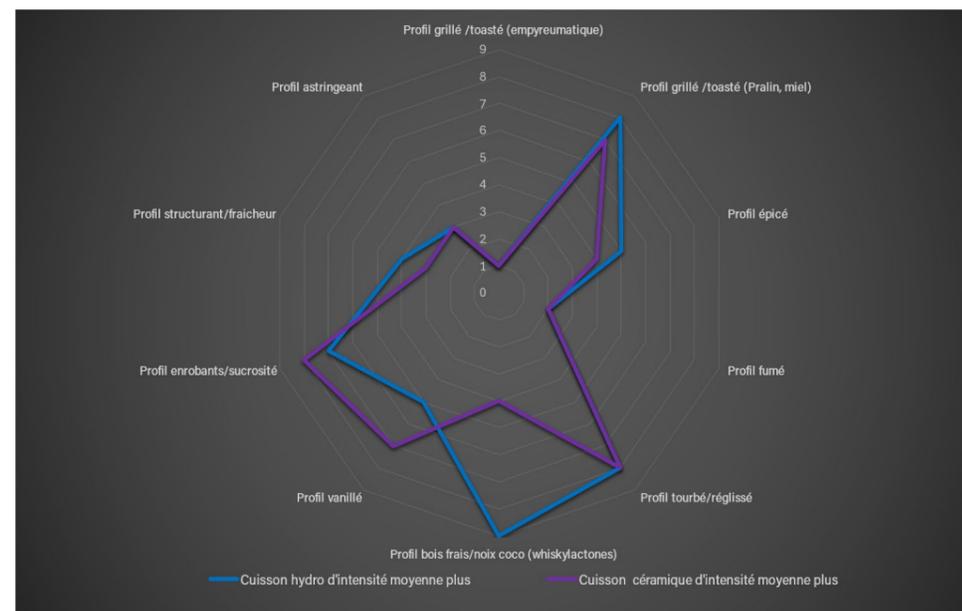
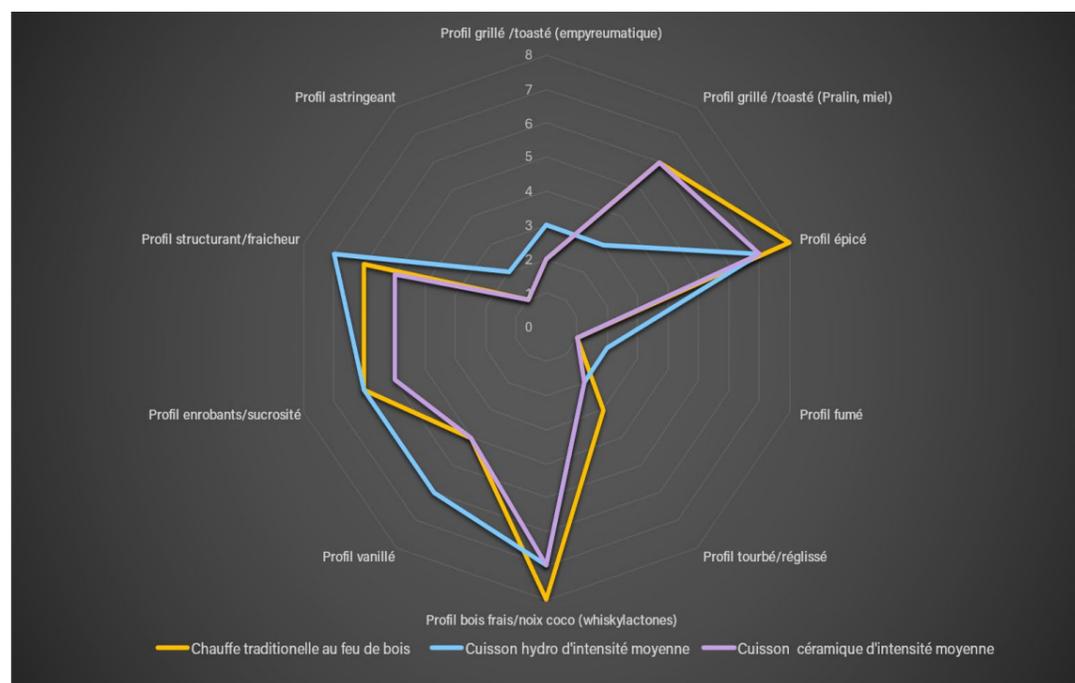
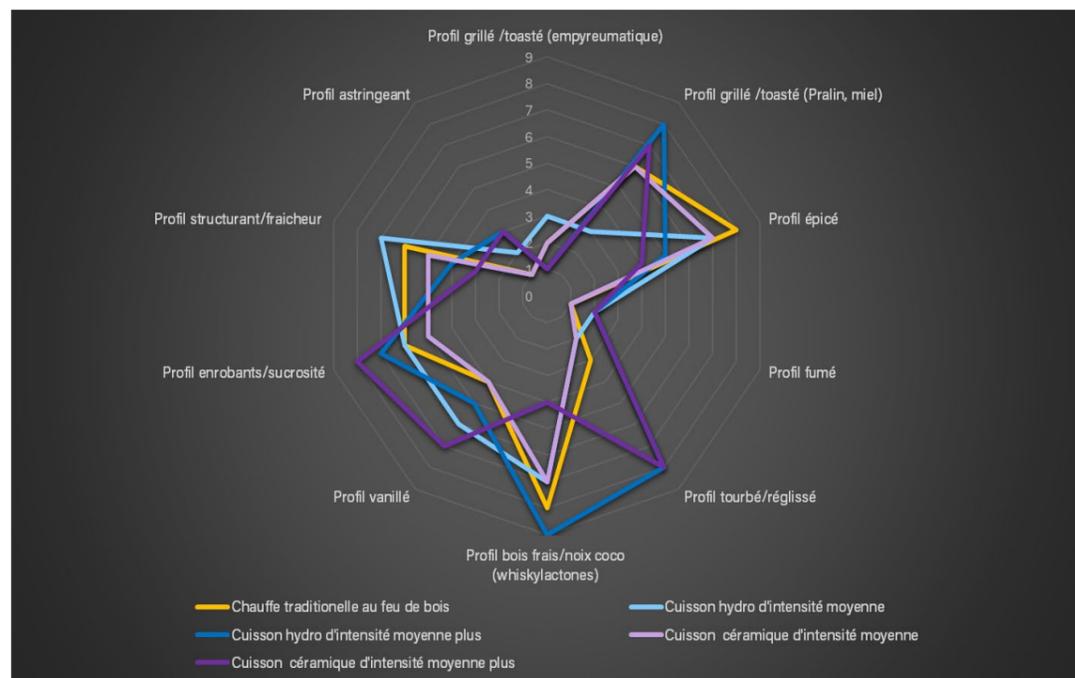


PROFILS CROISÉS EN FONCTION DES DIFFÉRENTES MODALITÉS DE CHAUFFE ET/OU CUISSONS DE LA GAMME AROMOAK®

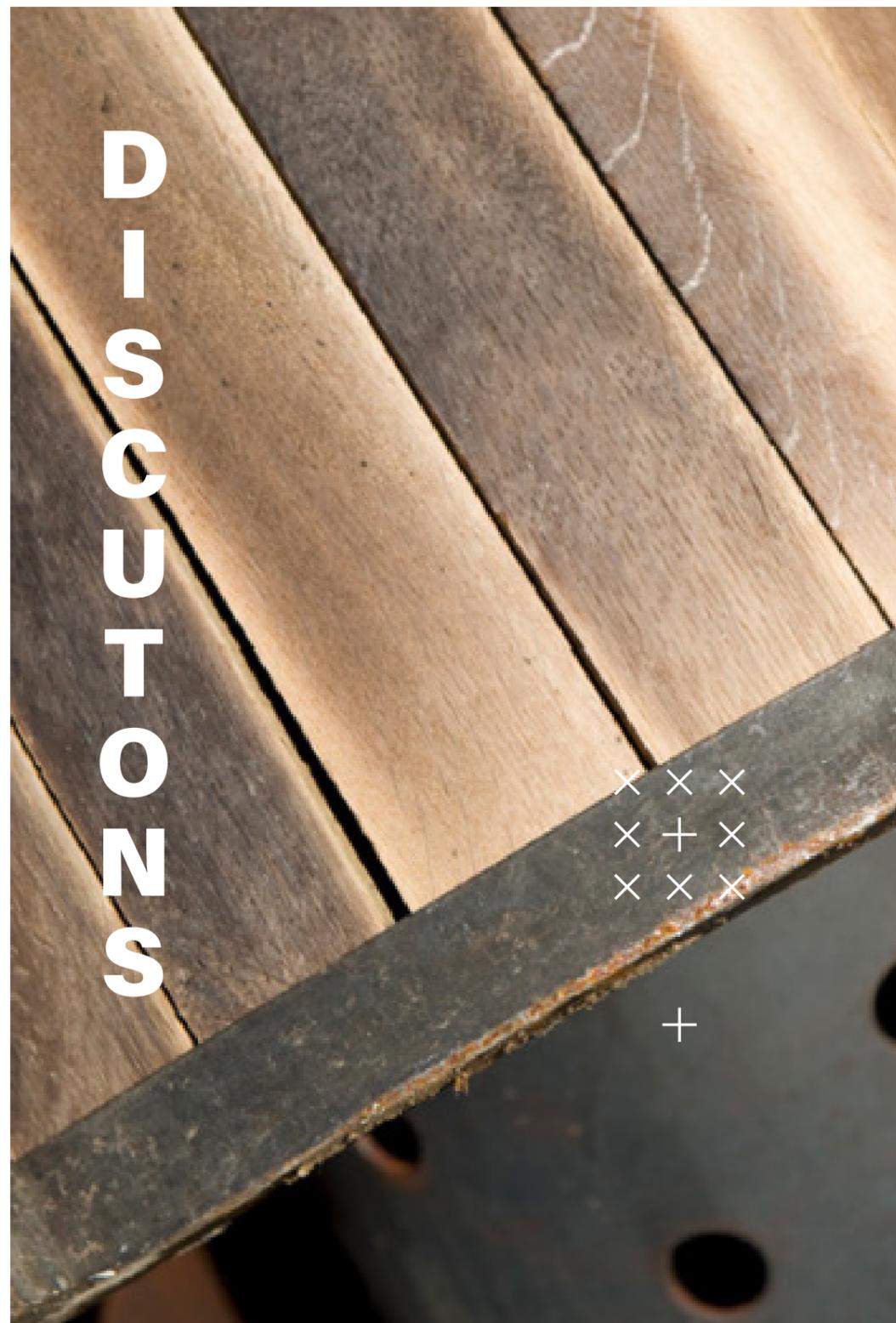
11

Afin de faciliter la lecture des caractéristiques de chaque modalité pour le winemaker/utilisateur de la gamme de solutions de bois pour l'œnologie AROMOAK®, les différents profils analytiques correspondant à l'ensemble des **chauffe et/ou cuissons** sont présentés de façon croisées dans les graphiques suivants.

GAMME SOLUTIONS BOIS POUR L'ŒNOLOGIE



VINÉA TONNELLERIE



DISCUSSIONS



R&D
N. 01

JUIN 2024



AROMOAK®



INFORMATIONS



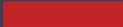
VINÉA TONNELLERIE

**PROJET EN RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT
VINÉA TONNELLERIE X
ECOTONE ŒNOLOGIE**

Directrice de projet pour Vinéa Tonnellerie :
Anouck Chapuzet Varron
anouck@tonnellerie-vinea.fr | +33 (0)6 63 84 50 92

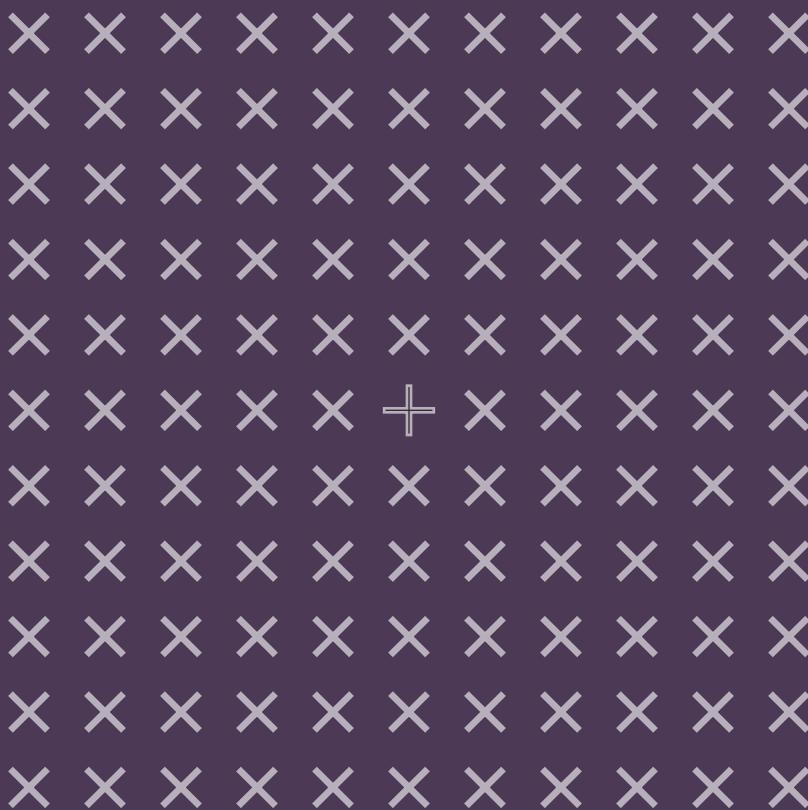
Directeur de projet R&D, rédaction, édition et direction
graphique de l'information pour Ecotone œnologie :
Romain Traste
romain@ecotone-oenologie.fr | +33 (0)7 49 05 77 12

© Images et photographies: Tous droits réservés Vinéa
Tonnellerie, The Boswell Compagny, Ecotone œnologie



ECOTONE ENOLOGIE

VINÉA TONNELLERIE



**R&D
N. 01**

JUIN 2024

