



**« Précision et homogénéité des barriques
sélectionnées par OakScan :
deux exemples de sélection adaptée à des profils
de vins ou des objectifs d'élevage différents »**

Septembre 2015

Introduction :

La variabilité du duramen du bois de Chêne, en particulier dans sa composition chimique (Snackers *et al.* 2000, Doussot *et al.* 2002), est le premier défi que doit relever le tonnelier. En effet, non seulement cette variabilité s'exprime entre deux arbres, mais elle est systématique au sein d'une même grume, entre le cœur et l'aubier (Masson *et al.* 1995). Dès 2006, la tonnellerie Radoux s'est donc intéressée à développer des outils de mesure rapide et non destructifs pour mieux maîtriser sa matière première à différents stades du procédé de transformation.

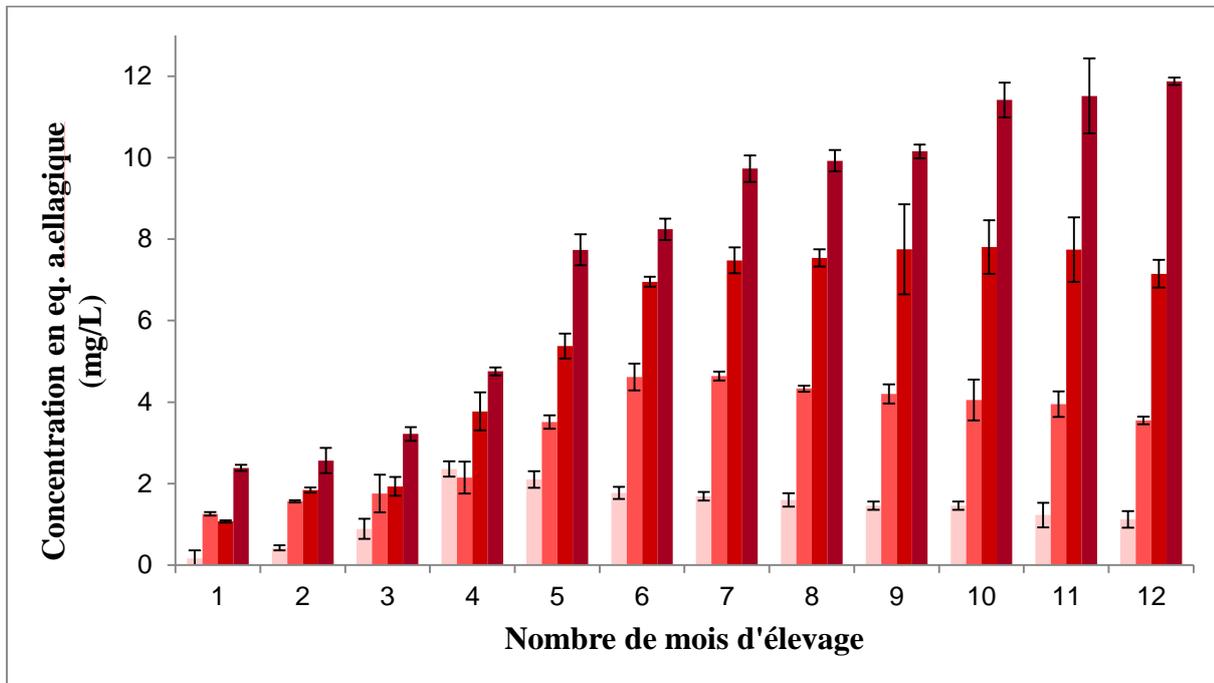
En 2009, OakScan a été le premier appareil en tonnellerie à mesurer en ligne la quantité de polyphénols présents dans toutes les douelles destinées à la fabrication des fûts (Giordanengo *et al.* 2009), puis son utilisation s'est étendue à la sélection des bois pour l'œnologie. Ces polyphénols, dont la majorité est composée d'ellagitannins dans le chêne (tannins hydrolysables qui libèrent de l'acide ellagique), ont montré une influence importante sur la structure et la couleur des vins (Quideau *et al.* 2005, Saucier *et al.* 2006), sur leur protection vis-à-vis de l'oxydation (Vivas et Glorie 1996) mais surtout sur la perception organoleptique des vins, en particulier en bouche (Glabasnia et Hofman *et al.* 2010).

Cet outil permet aujourd'hui de garantir une quantité de polyphénols définie et reproductible, caractérisée par un Indice Polyphénolique s'échelonnant de 0 à 100, dans des sélections de bois standards prédéfinies ou adaptables selon les besoins du vin. Par exemple, les principales sélections prédéfinies dans les grains fins sont : la sélection « bas potentiel » ou IP20, la sélection « potentiel médian » ou IP40 qui est la plus abondante dans la distribution naturelle des bois, et la sélection « haut potentiel » ou IP60.

1 Choix et influence des sélections OakScan sur les vins

De 2009 à 2012, un travail de recherche de la tonnellerie Radoux mené sur dix sites d'essais, en collaboration avec l'ISVV de Bordeaux (Thèse CIFRE), a mis en évidence l'incidence des sélections des bois par OakScan (fûts et staves) sur les propriétés organoleptiques des vins élevés à leur contact (Michel *et al.*, 2013). Le suivi dans le temps de la quantité d'ellagitannins natifs résiduels présents dans les vins, et aptes à libérer de l'acide ellagique après hydrolyse acide, rend compte du rapport entre l'extraction des ellagitannins du bois par le vin et les réactions de dégradation (hydrolyse, oxydation...) ou de complexation avec d'autres molécules présentes dans ce milieu (Jourdes *et al.* 2011). Ainsi, au cours de l'élevage, la concentration en ellagitannins dans le vin augmente lentement jusqu'à un maximum (phase communément appelée « prise de bois »), puis une diminution plus ou moins rapide intervient selon l'intensité des réactions de dégradation et de complexation.

Tout d'abord, la différence de concentration initiale en ellagitannins des bois, caractérisée par la variation de l'Indice Polyphénolique, a été le paramètre prépondérant sur la cinétique d'évolution des ellagitannins extraits par le vin. En effet, comme le montre la figure suivante, plus le vin a été élevé au contact d'un bois riche en ellagitannins, plus l'extraction polyphénolique a été importante et tardive. Ainsi, un même vin rouge élevé dans des barriques dont les IP sont compris entre 20 et 70 a présenté un maximum de concentration en ellagitannins dans le vin entre le 4^{ème} et le 12^{ème} mois. Puis une baisse de la concentration en ellagitannins résiduels s'est engagée, qui s'est révélée plus précoce avec les sélections d'IP les plus basses. Ces différences ont modifié significativement les perceptions des vins au nez (intensité du fruit, intensité du bois, fumé/grillé) comme en bouche (perceptions tanniques, structure, amplitude) aux différents stades de l'élevage (6-12-18-24 mois). Le choix de l'IP du bois est donc conditionné en premier lieu par l'objectif de temps d'élevage .



De même, les différences d'IPT des vins ont joué un rôle sur la cinétique d'extraction des ellagitannins et sur leurs teneurs dans les vins. Ainsi, un vin dont l'IPT était élevé (IPT84) a eu une concentration en ellagitannins résiduels plus faible qu'un vin moins riche (IPT77), notamment par leur intégration dans des structures plus complexes qui participeraient à la construction du vin (Glabasnia *et al.* 2006, Stark *et al.* 2010). Son élevage au contact d'un bois riche en ellagitannins (IP60) a augmenté son amplitude et sa persistance mais les perceptions tanniques résiduelles se sont cumulées avec celles du raisin. Le profil sensoriel du vin initial, en complément des données chimiques sur la richesse et la maturité polyphénolique, est donc essentiel pour optimiser l'élevage par le choix de l'IP du bois qui aboutira au meilleur ratio *gain de structure / perception tannique*.

Par ailleurs, les différences du « grain » du bois (largeur moyenne des cernes d'accroissement) ont modifié également les échanges avec le vin. La cinétique d'extraction des ellagitannins et des composés du bois s'est montrée plus lente en début d'élevage lorsque le grain s'affine, et, à IP constant, la concentration en ellagitannins a augmenté plus lentement avec les grains les plus fins pendant les premiers mois. Mais pendant la deuxième partie de l'élevage, lorsque l'évolution des ellagitannins a été plus rapide que leur extraction, la baisse de la concentration en ellagitannins résiduels a été moins importante quand la taille du grain augmente : autrement dit, la transformation des tannins extraits du bois serait donc plus importante avec les grains les plus fins.

Enfin, la chauffe a influencé de façon significative la cinétique d'évolution en concentration des ellagitannins dans le vin. Une chauffe de faible intensité (type Radoux Révélation) a préservé la richesse des bois en ellagitannins et a augmenté la quantité de tannins extraits pendant l'élevage ; une chauffe plus intense a dégradé les ellagitannins et a diminué l'enrichissement du vin, en particulier pendant le début d'élevage. Le choix de la chauffe, selon l'intensité et le profil aromatique attendu, doit donc être pris en compte pour corriger le choix de l'IP initial du bois.

Ce travail s'est développé à grande échelle par la suite, pour aboutir aujourd'hui à une base de données de quarante sites d'essais, où nombre de paramètres tonneliers (grain, Indice Polyphénolique, volume de la barrique, chauffe) mais aussi du vin (IPT, Taux d'alcool, PH, Acidité totale, maturité phénolique, sucre résiduel etc...) et de ses conditions d'élaboration (FML au contact ou non de bois, usage des lies, Date d'entonnage, T°c du chai, maîtrise de l'oxygène, etc..) influent sur la cinétique d'évolution des ellagitannins extraits et sur leur influence qualitative. Une approche individualisée basée sur le suivi dans le vin des niveaux d'ellagitannins résiduels permet d'intégrer tous les paramètres influents pendant l'élevage, et d'être le plus précis possible dans l'analyse des capacités du vin à assimiler cette extraction et dans la préconisation des sélections OakScan adaptées.

2 Exemple de sélection de l'indice Polyphénolique pour produire deux profils de vins différents.

Deux sélections de bois pour fût de type Transport 27mm ont été étudiées sur un vin 100% Cabernet Sauvignon (Chili, Colchagua, 2010) dont les analyses œnologiques avant mise sont les suivantes:

IPT	TAV (% EtOH)	SR-5 (g/l)	ph	AT (gH ₂ SO ₄ /l)	AV (gH ₂ SO ₄ /l)	AMal (g/l)	ALac (g/l)
89	15,53	4,6	3,73	3,61	0,45	0,02	1,00

Tous les bois en chêne français utilisés ont été sélectionnés selon le procédé OakScan puis ont subi une chauffe identique (Vin Rouge Classique Moyenne). Les caractéristiques des sélections de bois sont les suivantes :

Désignation	Indice Polyphénolique Moyen (mesures OakScan)	Sélection des grains
Bas Potentiel / IP20	IP 20 +/-5	Fins (moy 2mm)
Haut Potentiel / IP50	IP 50 +/-6	Fins (moy 2mm)

Une modalité supplémentaire élevée en barrique INOX de même forme et même contenance a été placée comme Témoin au même emplacement dans le chai et a suivi le même itinéraire d'élevage.



La dégustation s'est déroulée en une série de trois vins dégustés à l'aveugle (dix dégustateurs), par renseignement d'une fiche d'analyse sensorielle (notation de l'intensité perçue par descripteurs au Nez et en Bouche – échelle de 1 à 7 : 1/néant – 2/très faible – 3/faible – 4/moyen – 5/assez fort – 6/ fort – 7/très fort). Une échelle de structure spécifique est proposée : 1/amorphe – 2/creux – 3/souple – 4/velouté – 5/légère astringence – 6/tannique – 7/excès.

2-1 Analyses des données sensorielles : les données pour chaque descripteur ont été analysées par une analyse de variance (Test de Fisher). Ainsi, les descripteurs retenus pour chaque série sont ceux présentant au moins une différence significative entre les modalités étudiées (seuil à 5%). Ensuite, une analyse des moyennes (Test

de Student-Newman-Keuls seuils à 5 % et 10%) a permis de grouper et classer les modalités : ici les modalités appartenant au même groupe statistique, c'est à dire non significativement différentes, sont affectées au même groupe identifié par les lettres A, B ou C.

Notes moyennes / 7 et résultats du Test de Newman-Keuls à 5% à 14 mois d'élevage

Descripteurs	TEMOIN	BP IP20	HP IP50	F calc.	Proba.	F. Juge
intensité fruit	5,00	4,38	4,50	1,62	0,2338	
intensité boisé	2,38 B	3,88 A	3,88 A	6,63	0,0094	
	très faible	moyenne	moyenne		**	
coco	1,13 B	2,50 A	2,38 A	4,20	0,0373	
	néant	très faible	très faible		*	
vanille	1,38 B	3,38 A	2,63 B	5,44	0,0178	
	néant	faible	très faible		*	
epices	2,13 B	3,13 A	3,38 A	3,13	0,0754	
	très faible	faible	faible			
fumé-grillé	1,50 C	2,38 B	3,50 A	12,17	0,0009	
	néant	très faible	faible		***	
fruité bouche	5,00	4,38	4,88	1,37	0,2852	
rondeur	4,13	4,00	4,25	0,27	0,7653	**
amplitude	4,75 B	4,38 B	5,50 A	6,78	0,0087	**
	moyenne	moyenne	assez forte		**	
amertume	3,00 A	1,50 B	1,88 AB	4,20	0,0373	*
	moyenne	néant	très faible		*	
structure	2,63 B	4,25 A	4,00 A	5,02	0,0227	*
	souple	veloutée	veloutée		*	
persistance	5,25	4,88	5,13	0,51	0,6140	**

* significatif à 5 % ** significatif à 1 % *** significatif à 0,1 % ! test non effectué

Les différences entre vins élevés sous bois et témoin inox sont significatives pour sept descripteurs différents, au nez comme en bouche. Globalement, les modalités élevées sous bois sont logiquement plus marquée par les descripteurs du boisé au nez. En bouche, la perception amère du Témoin est significativement adoucie par l'élevage sous bois, en particulier avec la sélection IP20, et le gain significatif en structure fait d'un vin « souple » un vin « velouté ».

Pour les deux modalités élevées sous bois, trois descripteurs discriminent significativement les potentiels de bois testés au seuil de 5% :

- Vanille : les bas potentiels (IP20) sont significativement plus marqués par la Vanille que les hauts potentiels (IP50) au seuil de 5% sans effet juge ;
- Fumé/grillé : les hauts potentiels sont très significativement plus marqués que les bas potentiels au seuil de 0,1% sans effet juge ;
- Amplitude en bouche : les hauts potentiels sont très significativement plus amples que les bas potentiels au seuil de 1%, mais avec un effet juge bien marqué.

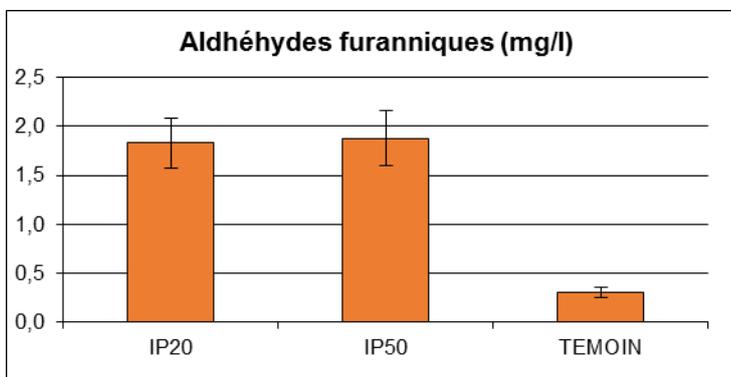
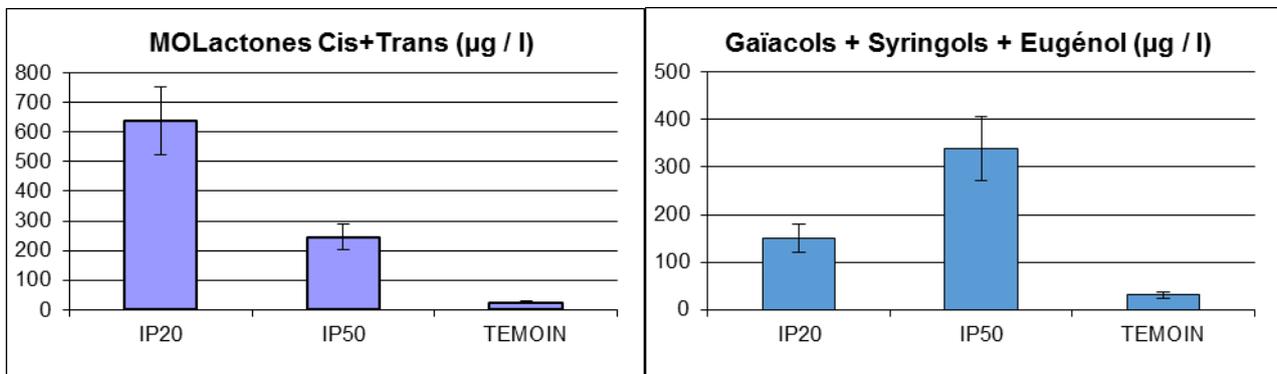
Un effet structurant différencié est donc apparu nettement avec les différences d'indices polyphénoliques du bois à 14 mois d'élevage. On peut souligner que cet effet structurant n'a pas créé de différence sur l'expression du fruit au nez comme en bouche (sans effet juge), malgré un profil plus vanillé pour la sélection IP20, et un profil plus grillé pour la sélection IP50. De même, il n'y a pas de différence significative sur la persistance (fort effet juge), avec un vin initialement riche et long en bouche.

2-2 Analyses des données chimiques :

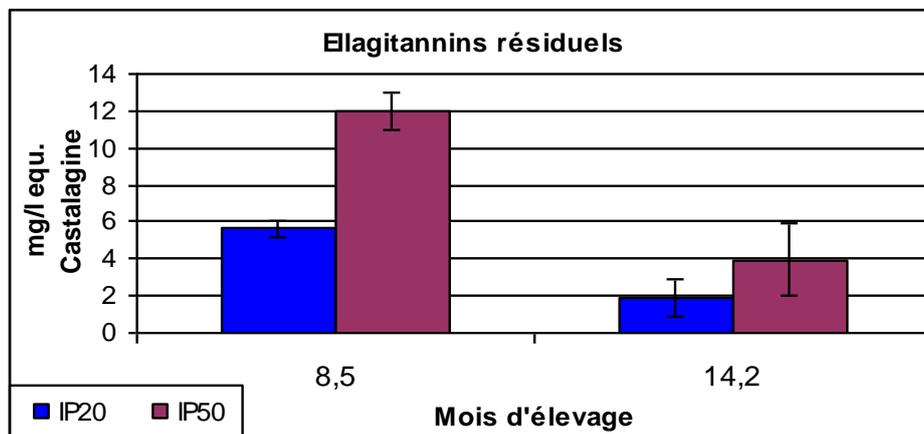
Les vins prélevés à 14 mois montrent quelques légères différences sur les paramètres œnologiques entre les modalités boisées et le fût inox :

Noms	CO2 (mg/L)	TAV (% EtOH)	GF-5 (g/L)	SR-5 (g/L)	pH	AT (gH ₂ SO ₄ /L)	AV (gH ₂ SO ₄ /L)	AMal (g/L)	ALac (g/L)
002-Inox	428	15.58	2.1	4.5	3.73	3.60	0.45	0	0.96
002-BP	113	15.78	0.8	3.6	3.71	3.81	0.60	0.14	0.94
002-HP	124	15.67	0.9	3.6	3.70	3.79	0.57	0.13	0.92

Pour les composés aromatiques, les analyses de référence présentent les principales molécules odorantes issues de la chauffe du chêne, l'unité étant précisée sur chaque graphique :



Pour les ellagitannins, les analyses après hydrolyse acide sont exprimées en mg/l équivalent Castalagine.



Les analyses chimiques confirment les deux profils sensoriels perçus en dégustation : une modalité OakScan IP20 riche en MOLactones Cis/Trans, pauvre en marqueurs du fumé-grillé et qui s'est peu enrichie en ellagitannins, et une modalité OakScan IP50 plus pauvre en MOLactones, plus riche en marqueurs du fumé-grillé et qui s'est plus enrichie en ellagitannins. A noter une baisse bien marquée des ellagitannins résiduels en fin d'élevage, en particulier pour la modalité IP50, qui confirme une bonne intégration de l'extraction des tannins du bois et un élevage abouti après 14 mois de contact.

3 Exemple d'adaptation de l'Indice Polyphénolique au temps d'élevage.

Trois sélections de bois pour pièces bourguignonnes ont été étudiées sur un vin Syrah/Grenache (France, Vallée du Rhône Sud, 2012) dont les analyses œnologiques avant mise sont les suivantes:

IPT	TAV (% EtOH)	SR-5 (g/l)	ph	AT (gH2SO4/l)	AV (gH2SO4/l)	AMal (g/l)	ALac (g/l)
73	15,07	3,1	3,79	2,87	0,66	0	1,16

Tous les bois en chêne français utilisés ont été sélectionnés selon le procédé OakScan puis ont subi une chauffe identique (Vin Rouge Evolution Moyenne Totale c'est-à-dire avec chauffe des fonds). Les caractéristiques des sélections de bois sont les suivantes :

Désignation	Indice Polyphénolique Moyen (mesures OakScan)	Sélection des Grains
IP30 Evo TM	IP30 +/- 4	Fins (moy 2mm)
IP40 Evo TM	IP41 +/- 6	Fins (moy 2mm)
IP50 Evo TM	IP49 +/- 4	Fins (moy 2mm)

Les dégustations se sont déroulées en une série de trois vins dégustés à l'aveugle (dix dégustateurs), à 11 mois et 15 mois d'élevage, par renseignement d'une fiche d'analyse sensorielle (notation de l'intensité perçue par descripteurs au Nez et en Bouche – échelle de 1 à 7 : 1/néant – 2/très faible – 3/faible – 4/moyen – 5/assez fort – 6/ fort – 7/très fort). Une échelle de structure spécifique est proposée : 1/amorphe – 2/creux – 3/souple – 4/velouté – 5/légère astringence – 6/tannique – 7/excès.

3-1 Analyses des données sensorielles : les données pour chaque descripteur ont été analysées par une analyse de variance (Test de Fisher). Ainsi, les descripteurs retenus pour chaque série sont ceux présentant au moins une différence significative entre les modalités étudiées (seuil à 5%). Ensuite, une analyse des moyennes (Test de Student-Newman-Keuls seuils à 5 % et 10%) a permis de grouper et classer les modalités : ici les modalités appartenant au même groupe statistique, c'est à dire non significativement différentes, sont affectées au même groupe identifié par les lettres A, B ou C.

Notes moyennes / 7 et résultats du Test de Newman-Keuls à 5% à 15 mois d'élevage

Descripteurs	IP30 EVO TM	IP40 EVO TM	IP50 EVO TM	F calc.	Proba.	F. Juge
intensité fruit	5,00 B	4,40 C	5,40 A	12,67	0,0033	***
	assez forte	moyenne	assez forte		**	
intensité boisé	3,80	3,60	4,40	3,06	0,1031	**
coco	3,20	3,00	3,20	0,21	0,8145	
vanille	3,20	3,00	3,40	0,55	0,5997	
epices	3,80	3,80	4,20	1,45	0,2892	**
fumé-grillé	3,40	3,40	4,40	2,86	0,1158	
fruité bouche	4,60	4,60	4,40	0,17	0,8493	**
rondeur	4,60	4,20	4,00	2,15	0,1785	**
amplitude	4,20	4,40	4,40	0,17	0,8493	*
amertume	2,00 B	2,80 A	3,00 A	3,50	0,0809	**
	très faible	faible	faible			
structure	3,00 B	3,30 AB	4,00 A	4,42	0,0509	
	souple	souple	veloutée			
persistance	4,60	4,20	4,60	0,62	0,5642	

* significatif à 5 %

** significatif à 1 %

*** significatif à 0,1 %

! test non effectué

Trois descripteurs discriminent significativement à 15 mois d'élevage les modalités testées :

- Intensité du fruit : au nez l'intensité du fruit varie selon la richesse du bois (IP50>IP30>IP40) au seuil de risque de 1% mais avec un fort effet juge.

- Amertume : la modalité IP30 paraît légèrement moins amère que les autres au seuil de 10% et avec un fort effet juge.

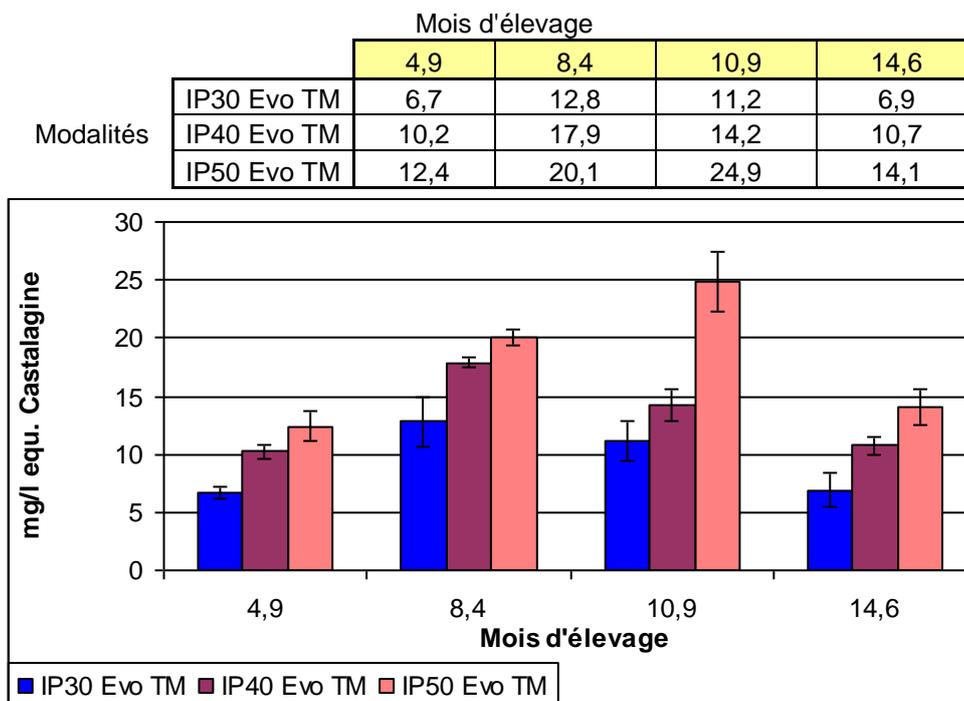
- Structure : la modalité IP30, notée « souple », est significativement moins astringente que la modalité IP50, notées « veloutée » ; la modalité IP40 n'étant pas discriminée au seuil de 10% et sans effet juge.

Ainsi, pour les perceptions au nez, la sélection IP50 la plus riche en ellagitannins montre une capacité significative à mieux protéger l'expression du fruit, malgré un apport aromatique boisé légèrement supérieur (cf Intensité du boisé et Fumé/Grillé à la limite d'être significatifs à 10%) mais pas suffisamment pour être significativement différent. L'ajout d'ellagitannins entraînant une augmentation de la consommation d'oxygène du vin (Michel *et al*, 2013), on peut supposer ici un effet tampon d'oxydo-réduction plus efficace que dans les autres modalités moins riches en ellagitannins, en particulier sur un cépage sensible à l'oxydation.

Pour les perceptions en bouche, un résidu tannique est plus sensible avec les sélections les plus riches IP40 et IP50, mais l'amertume reste « faible », et les vins sont jugés positivement « veloutés ». A 15 mois d'élevage, les commentaires différencient néanmoins une modalité en IP30 « plus étriquée », de la modalité IP40 « plus dense et plus gourmande », et de la modalité IP50 « plus massive », quand à 11 mois d'élevage la modalité en IP30 était jugée « bien ouvert au nez » et « fraîche et équilibrée en bouche » par rapport à la modalité en IP50 jugée « très riche » et « un peu dure ».

3-2 Analyses des données chimiques :

Les analyses des Ellagitannins après hydrolyse acide sont exprimées en mg/l équivalent Castalagine :



On voit que la modalité en IP50 est encore en « prise de bois » à 11 mois d'élevage, alors que les modalités en IP30 et en IP40 ont amorcé la phase de diminution des concentrations en ellagitannins résiduels entre le 8^{ème} et le 11^{ème} mois d'élevage.

Pour un objectif d'élevage de 10 à 12 mois, le meilleur compromis semble donc obtenu avec les sélections OakScan IP30 et IP40, avec une phase constructive plus précocement initiée et plus marquée, et la perspective d'une bonne expression du fruit et d'une bonne intégration dès 10 mois d'élevage en particulier avec l'IP30. A 15 mois d'élevage par contre, la sélection OakScan IP50 montre une bonne protection du fruit, un retour à l'équilibre aromatique et un ratio *Gain de structure / perception tannique* optimal. Les qualités du vin de la modalité IP50 laissent penser qu'un élevage plus long (16 voire 18 mois) pourrait encore l'optimiser.

Conclusion :

L'analyse des ellagitannins résiduels à plusieurs points de l'élevage permet donc de comprendre la cinétique d'intégration des polyphénols du bois par le vin et son impact sur le résultat final au nez et en bouche. La courbe tracée doit passer par un maximum, qui correspond à la fin de « la prise de bois », c'est-à-dire au moment où le vin commence à combiner plus vite qu'il n'extrait les tannins du bois, puis montrer une baisse progressive qui correspond au début de l'intégration des tannins du bois par le vin et de sa construction positive (retour progressif du fruit en bouche, gains d'ampleur et de volume, amortissement au maximum des perceptions tanniques). L'expérience de nombreux suivis d'analyses réalisés sur des vins issus des principales régions de production montre que l'idéal est de trouver le point d'inflexion environ à mi-parcours de l'élevage (max deux-tiers de la durée de l'élevage), pour permettre une phase « constructive » suffisamment longue et marquée afin d'obtenir des gains optimaux en bouche avec une richesse finale en ellagitannins résiduels pas trop importante.

La quantification systématique de la richesse en polyphénols du bois est donc le passage obligé pour obtenir cette précision qui affecte toutes les dimensions organoleptiques du vin, en complément de la maîtrise du grain du bois et de la chauffe en tonnellerie. Les outils de maîtrise du procédé, comme OakScan, développés par la Tonnellerie Radoux, permettent de garantir cette précision et son homogénéité d'un millésime à l'autre.