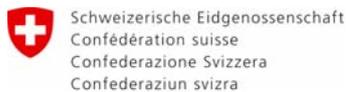


Adaptation des cépages aux terroirs viticoles vaudois

Rapport de synthèse

J.-S. Reynard
G. C. Nicol
L. Aleid-Germanier
K. Pythoud
V. Zufferey
F. Murisier



Département fédéral de l'économie DFE
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

**Projet réalisé par l'Association pour l'étude des terroirs
viticoles vaudois
2007 - 2009**

p.a. Prométerre – Office de conseil viticole

Lausanne

Janvier 2011

Remerciements	4
1 Introduction	5
2 Dispositif expérimental.....	6
2.1 Les cépages.....	6
2.2 L'âge des vignes et le porte-greffe.....	6
2.3 Mode de conduite de la vigne	6
2.4 Le réseau d'étude.....	6
2.5 Physiologie de la vigne	7
2.6 Techniques de vinification.....	7
2.7 Analyses chimiques	8
2.8 Analyses sensorielles.....	8
2.9 Les caractéristiques climatiques de 2007 à 2009.....	9
2.10 Géopédologie.....	10
2.11 Mésoclimat	10
3 Doral	11
3.1 Fiche cépage.....	11
3.2 Les sols du réseau	13
3.3 Résultats principaux.....	14
3.4 Facteurs explicatifs	17
3.5 Conclusions.....	23
4 Gewürztraminer	25
4.1 Fiche cépage.....	25
4.2 Les sols du réseau	27
4.3 Résultats principaux.....	27
4.4 Facteurs explicatifs	30
4.5 Conclusions.....	33
5 Viognier.....	35
5.1 Fiche cépage.....	35
5.2 Les sols du réseau	36
5.3 Résultats principaux.....	36
5.4 Facteurs explicatifs	39
5.5 Conclusions.....	42
6 Pinot gris.....	43
6.1 Fiche cépage.....	43
6.2 Les sols du réseau	45
6.3 Résultats principaux.....	45
6.4 Facteurs explicatifs	48
6.5 Conclusions.....	51
7 Gamaret.....	52
7.1 Fiche cépage.....	52
7.2 Les sols du réseau	54
7.3 Résultats principaux.....	54
7.4 Facteurs explicatifs	59
7.5 Conclusions.....	66
8 Merlot.....	68
8.1 Fiche cépage.....	68
8.2 Les sols du réseau	70
8.3 Résultats principaux.....	70
8.4 Facteurs explicatifs	74
8.5 Conclusions.....	79
9 Pinot noir.....	80
9.1 Fiche cépage.....	80
9.2 Les sols du réseau	82
9.3 Résultats principaux.....	82
9.4 Facteurs explicatifs	86
9.5 Conclusions.....	92
10 Diolinoir.....	94
10.1 Fiche cépage.....	94
10.2 Les sols du réseau	96
10.3 Résultats principaux.....	96

10.4	Facteurs explicatifs	100
10.5	Conclusions.....	102
11	Galotta	103
11.1	Fiche cépage.....	103
11.2	Les sols du réseau	105
11.3	Résultats principaux.....	105
11.4	Facteurs explicatifs	109
11.5	Conclusions.....	111
12	Garanoir.....	112
12.1	Fiche cépage.....	112
12.2	Les sols du réseau	114
12.3	Résultats principaux.....	114
12.4	Facteurs explicatifs	118
12.5	Conclusions.....	120
13	Bibliographie.....	121

Remerciements

Les auteurs remercient vivement en premier lieu la Commission pour la Technologie et l'Innovation (CTI) et l'ensemble de la profession vitivinicole vaudoise pour leur aide financière ainsi que la direction d'Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) qui nous a permis de réaliser cet ambitieux travail de recherche.

Nos remerciements chaleureux s'adressent à l'Office cantonal de la viticulture du canton de Vaud et à l'Association pour l'étude des terroirs viticoles vaudois, à son comité et en particulier à son Président Olivier Ducret, pour la confiance témoignée, et pour nous avoir fourni les moyens et donné la liberté de mener à bien cette étude.

Nous sommes profondément reconnaissants envers François Murisier et Vivian Zufferey pour nous avoir fait bénéficier de leurs compétences, de leur précieux soutien et de leur disponibilité dans la réalisation de cette étude.

Notre reconnaissance s'adresse tout particulièrement à David Rojard (chef de projet) et Jean-Laurent Spring pour leur soutien précieux et leur disponibilité tout au long de la réalisation de cette étude.

Nous tenons à remercier particulièrement Karine Pythoud et Lama Aleid-Germanier qui ont très largement contribué à la réussite de cette étude tant au niveau du terrain que du laboratoire.

Merci également à nos collègues du centre de recherche en viticulture à Pully et en œnologie à Changins pour leur collaboration indispensable.

Nous aimerions également associer à cette étude les très nombreux stagiaires et étudiant (es) (Julien, Claire, Diane, Eric, Bérengère, Léonard, Pierre, Erwan, Yannick, Blandine, Olivier, Quentin, Aurélie, Ernest, Perrine, Giona, Florent, Quentin, Jürg, Jean-Moïse, Doan) qui ont largement contribué à la réalisation de ce travail.

Notre gratitude s'exprime à l'égard de Christian Guyot, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de Changins et Pascale Deneulin, qui ont réalisé les études Napping.

Un grand merci à toutes les personnes qui ont participé aux nombreuses séances d'évaluation sensorielle des vins et à l'équipe de la cave d'ACW, en particulier à Edmond Zufferey, pour leur aide au cours des campagnes de vinifications.

Nos remerciements vont enfin vers tous les vigneron (nes) qui ont partagé ce projet et qui nous ont fait part de leur savoir et de leur passion pour la culture de la vigne et du vin.

1 Introduction

L'incidence du milieu naturel sur la qualité et la typicité du raisin et des vins est largement reconnue. Dans le monde viticole, cette idée est le fondement de la notion de terroir. Si traditionnellement, ce concept était utilisé surtout par la viticulture européenne, depuis quelques années, toutes les régions viticoles mondiales s'interrogent sur son utilisation et bon nombre ont déjà entrepris des approches pour caractériser leurs terroirs. Récemment, les pays membres de l'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV) se sont accordés pour une définition du terroir:

«Le terroir vitivinicole est un concept qui se réfère à un espace sur lequel se développe un savoir collectif des interactions entre un milieu physique et biologique identifiable et les pratiques vitivinicoles appliquées, qui confèrent des caractéristiques distinctives aux produits originaires de cet espace. Le terroir inclut des caractéristiques spécifiques du sol, de la topographie, du climat, du paysage et de la biodiversité.» OIV/Viti 333/2010.

La concurrence des vins étrangers sur le marché suisse s'est encore accrue ces dernières années (36% du marché suisse pour les vins indigènes en 2008 selon l'Office fédéral de la statistique). Cette concurrence et une évolution de la consommation (baisse et orientation vers des vins rouges surtout et des vins blancs plus complexes) exigent de la production suisse et vaudoise en particulier, une adaptation rapide de l'encépagement et des vins de haute qualité. Face à cette situation, l'ensemble de la profession vitivinicole vaudoise a fait oeuvre de pionnier en 2000 en initiant une étude scientifique des terroirs viticoles. Ainsi, de 2000 à 2003, dans la première phase du projet, les deux facteurs majeurs du terroir que sont le sol et le climat ont été caractérisés et cartographiés à l'échelle du vignoble vaudois par le bureau Sigales à Saint Martin d'Uriage (France) (Letessier et Fermond, 2004; Pythoud et Caloz, 2004).

La deuxième phase, constituée du présent projet, s'intéresse à l'adaptation des cépages aux différents terroirs viticoles identifiés précédemment. Pour ce faire, un réseau de 130 micro-parcelles (250 m²) a été planté en 2003 dans différentes situations pédo-climatiques du canton de Vaud. Il est constitué de 10 cépages, dont deux cépages modèles, Gamaret et Doral. Huit cépages complètent le réseau d'étude, en rouge: Garanoir, Galotta, Pinot noir, Diolinoir, Merlot et pour les cépages blancs: Pinot gris, Viognier, Gewürztraminer. Le protocole expérimental vise à limiter au maximum les éventuels effets dus à des différences liées aux pratiques culturales. Néanmoins, le dispositif retenu constitue un compromis entre les choix scientifiques et la réalité imposée par le vignoble ou le viticulteur lui-même.

Lors de trois millésimes (2007-2009), chaque parcelle a été suivie au niveau agronomique et physiologique pour identifier les relations et les liens entre terroir et qualité des raisins. Les raisins de chaque parcelle ont ensuite été vinifiés séparément dans la cave expérimentale d'Agroscope ACW. Des analyses sensorielles et chimiques ont été effectuées pour caractériser les différents vins produits et les mettre en relation avec les différentes situations pédo-climatiques.

Ce projet a pour but de fournir des connaissances objectives pour guider la profession dans le choix de l'encépagement. Il vise également à caractériser les vins produits en relation avec les conditions pédo-climatiques de la zone de production, afin de mieux cerner et définir le type de vin produit par chaque association cépage-terroir. Ainsi, l'acquisition de connaissances sur l'adaptation des cépages et sur leurs aptitudes à fournir des types de vins différents représente un élément primordial pour la compétitivité du vignoble vaudois.

2 Dispositif expérimental

2.1 Les cépages

Le choix d'étudier les cépages Doral et Gamaret découle du souhait des vignerons vaudois de tester l'adaptation de nouveaux cépages peu connus et pouvant prendre un développement important dans le vignoble. Ces deux cépages ont été obtenus dans les années 70 à l'Agroscope Changins-Wädenswil. Le Gamaret est issu d'un croisement de Gamay x Reichensteiner. C'est un cépage de précocité moyenne. Il fournit des vins colorés, structurés, bien pourvus en tanins de qualité. Ce cépage s'est bien implanté en Suisse ces dernières années (380 ha cultivés en 2009). Une des raisons de son succès réside dans sa très bonne résistance au Botrytis, permettant au vigneron de retarder la date de vendange et de récolter ainsi son raisin à maturité optimale. Le Doral est un cépage blanc issu d'un croisement de Chasselas x Chardonnay. C'est un cépage assez précoce; il mûrit quelques jours avant le Chasselas. Il donne des vins légèrement aromatiques et dotés d'une acidité soutenue. Sa surface plantée en Suisse représente, en 2009, 14 ha.

A côté de ces deux cépages principaux, huit autres cépages viennent compléter l'étude, à savoir Garanoir, Pinot noir, Diolinoir, Galotta, Merlot, Pinot gris, Viognier et Gewürztraminer.

2.2 L'âge des vignes et le porte-greffe

La grande majorité des micro-parcelles ont été plantées en 2003. Après une phase d'installation de quatre ans, l'étude a porté sur des vignes âgées de 5, 6 et 7 ans respectivement. Le choix du porte-greffe s'est porté, dans la mesure du possible, sur 3309 C (*V. riparia* x *V. rupestris*) qui est largement dominant dans le vignoble vaudois. Il présente une faible adaptation à la sécheresse et une sensibilité aux sols hydromorphes. Quelques exceptions ont été nécessaires (utilisation du porte-greffe Fercal) lorsque le site ne convenait pas au 3309 C (% de calcaire actif trop élevé par exemple).

2.3 Mode de conduite de la vigne

Dans la grande majorité des cas, le mode de conduite retenu a été l'espalier à plan de palissage vertical avec une taille Guyot simple. La densité de plantation des micro-parcelles était en moyenne de 7100 ± 1300 cep/ha. Celle-ci est représentative des particularités de chaque région et est liée principalement au type de mécanisation utilisée par chaque exploitation. L'orientation des rangs est majoritairement Nord-Sud. Les parcelles sont pour la majorité enherbées un rang sur deux ou totalement. Pour chaque parcelle, le pourcentage de couverture et l'intensité de l'enherbement ont été estimés. Le cavaillon a été systématiquement désherbé au printemps. Les travaux de culture (travaux de la feuille, protection phytosanitaire, fumure) ont été laissés à l'initiative du vigneron; ils correspondent à un programme classique en viticulture intégrée. Aucune irrigation n'a été appliquée sur l'ensemble des parcelles d'essais. Les informations relatives aux plans de fumure de chaque parcelle étaient à disposition.

2.4 Le réseau d'étude

Le réseau de base implanté sur l'ensemble du vignoble vaudois est constitué de 32 parcelles expérimentales de Doral et 25 de Gamaret. Le réseau secondaire est constitué de 8 différents cépages, qui ont été implantés seulement sur certaines appellations selon le choix formulé par les viticulteurs des régions respectives. Chaque parcelle suivie était constituée d'une surface d'environ 250 m^2 , de manière à assurer environ 150 kg de raisin à la vendange. Le tableau 1 donne la répartition des cépages dans les différentes régions du canton.

Cépage	Nbre total parcelles	Chablais	Lavaux	La Côte	Nord vaudois / Vully
Doral	32	5	6	15	6
Gamaret	25	4	5	11	5
Garanoir	15		4	10	1
Pinot noir	13			6	7
Merlot	12	5	6	1	
Pinot gris	8	3		5	
Diolinoir	7	4			3
Viognier	7		7		
Galotta	6	2		4	
Gewürztraminer	5			5	
Total :	130	23	28	57	22

Tableau 1 : Nombre de parcelles par cépage et leur répartition dans les différentes régions viticoles du canton.

2.5 Physiologie de la vigne

Les principaux stades phénologiques (débourement, floraison, véraison) ont été déterminés sur l'ensemble des parcelles pour les 3 saisons étudiées. Des mesures d'expression végétative (surface foliaire, poids des bois de taille, arrêt de croissance des rameaux) ont été effectuées sur certaines parcelles en vue d'estimer la vigueur de la vigne. Le régime hydrique de la vigne a été étudié au moyen des potentiels hydriques et du rapport isotopique du carbone dans les moûts à la vendange (ΔC^{13}). Pour les parcelles de Gamaret et Doral, l'alimentation minérale de la vigne a été étudiée à l'aide du diagnostic foliaire (N, P, K, Ca, Mg). L'utilisation d'un compteur de chlorophylle portable (N-tester) a permis d'estimer la teneur en azote foliaire lors de suivis saisonniers.

2.6 Techniques de vinification

Les vinifications des 130 parcelles (10 cépages) ont toutes été conduites selon des méthodes classiques de vinification sous la responsabilité d'une même œnologue à la cave expérimentale d'ACW à Changins et selon un protocole standard défini à l'avance. Les volumes de vendanges récoltés correspondaient à des vinifications de l'ordre d'une centaine de litres. Le protocole standardisé ne visait pas l'adaptation de la vinification aux caractéristiques des vins produits, mais cherchait à mettre en évidence les différences dues aux conditions pédoclimatiques. Seules des corrections standards ont été effectuées en moût et en vin en vue de favoriser une bonne conduite de la vinification. Toutes les vinifications ont été réalisées dans des cuves en inox avec chapeau flottant d'une contenance de 150 litres pour les blancs et 200 litres pour les rouges. Les pressurages ont été effectués avec des pressoirs pneumatiques. Les levurages ont été faits avec des levures sèches actives. La fermentation malolactique a été gérée par l'emploi de bactéries lactiques Vitilactic F à l'exception des vins blancs du millésime 2007. Après filtration et mise en bouteille au cours des mois de février et mars, les vins ont été stockés dans un bouteiller où la température et l'humidité sont contrôlées.

Protocole des cépages blancs : Doral, Viognier, Gewürztraminer, Pinot gris.

Environ 150 kg de raisin de chaque essai ont été réceptionnés. Il n'y a pas eu d'adjonction de soufre. Les moûts ont été enzymés avec des enzymes pectolytiques et un débouillage statique de deux jours a été réalisé pour tous les essais. Les moûts ont été chaptalisés selon nécessité (90°Oe pour le Doral, 92°Oe pour les Viognier et Gewürztraminer et 95°Oe pour le Pinot gris) afin d'éviter l'influence de différents taux d'alcool. Deux jours après le levurage, les moûts ont reçu du phosphate d'ammonium afin d'éviter des fermentations languissantes. Les vins du millésime 2007 n'ont pas fait la fermentation

malolactique. Ils ont donc été stabilisés chimiquement à raison de 60 mg/l à la fin de la FA et un élevage sur lie avec bâtonnage a été réalisé. Les vins des millésimes 2008 et 2009 ont en revanche fait la deuxième fermentation. D'éventuelles désacidifications au carbonate de calcium avant FML en retouche sur la base des valeurs analytiques ont été faites sur les vins du millésime 2008. A la suite de ces étapes, les vins ont été stabilisés physiquement pendant 6 semaines au minimum à 0°C et ont été préfiltrés sur filtre à plaques au cours de cette période de froid. Tous les essais ont ensuite été mis en bouteille.

Protocole des cépages rouges : Gamaret, Merlot, Pinot noir, Diolinoir, Galotta, Garanoir

Environ 150 kg de raisin de chaque essai ont été réceptionnés. Tous les essais du millésime 2007 ont reçu 50 mg/l de soufre sauf le cépage Diolinoir, connu pour présenter des risques importants de caractères de réduction. Les essais des millésimes 2008 et 2009 n'ont pas reçu de soufre à la réception sauf les cépages Pinot noir et Garanoir. Les moûts ont été chaptalisés selon nécessité (96°Oe) pour éliminer l'influence de différents taux d'alcool. Deux jours après le levurage, les moûts ont reçu du phosphate d'ammonium afin d'éviter des fermentations languissantes. Une fois par jour les essais ont été pigés selon un même nombre de brasses. Il a été décidé de laisser les vins sous marcs pour conserver la chaleur et de les décuvrer lorsque le Clinitest indiquait moins d'1g/l de sucres. A la fin de la fermentation alcoolique, les vins ont été décuvrés et centrifugés 24 heures après. D'éventuelles désacidifications au carbonate de calcium ont été faites avant FML pour le millésime 2008. A la fin de la FML, les vins ont été stabilisés chimiquement à raison de 60 mg/l et décarbonisés à l'azote. Ils ont ensuite subi la stabilisation physique pendant 6 semaines au minimum à 0°C, période au cours de laquelle ils ont été préfiltrés. Les vins ont ensuite été mis en bouteille.

2.7 Analyses chimiques

Les analyses chimiques des vins pour les paramètres standards ont toutes été exécutées par WineScan Auto (FTIR) et réalisées par le laboratoire d'œnologie d'ACW à Changins. Les analyses des SO₂ libres ont été effectuées grâce au CetLab 600. Les paramètres standards analysés sont les suivants :

- En moût (au foulage et en cuve):

Indice de réfraction [Brix], indice de réfraction [°Oe], densité [°Oe], pH, acidité totale [g/l], acidité tartrique [g/l], acidité malique [g/l] et indice de formol.

- En vin fini :

- Cépages blancs : éthanol [%Vol], extrait [g/l], sucres réducteurs [g/l], pH, acidité volatile [g/l], acidité totale [g/l], acidité malique [g/l], acidité tartrique [g/l], glucose [g/l], fructose [g/l], acidité lactique [g/l], glycérol [g/l].

- Cépages rouges : éthanol [%Vol], extrait [g/l], sucres réducteurs [g/l], pH, acidité volatile [g/l], acidité totale [g/l], acidité malique [g/l], acidité tartrique [g/l], glucose [g/l], fructose [g/l], acidité lactique [g/l], glycérol [g/l], indice phénols totaux, anthocyanes [mg/l], intensité colorante [DO 420 nm+520 nm], nuances [degrés].

2.8 Analyses sensorielles

Les caractéristiques sensorielles des vins ont été établies par le panel interne d'Agroscope Changins-Wädenswil au cours des mois d'avril et mai de chaque année. Les principaux objectifs étaient de caractériser les vins et de vérifier l'existence de liens entre les données sensorielles, analytiques, pédologiques et climatiques.

La méthode du profil classique a été utilisée pour l'évaluation des vins. Ces derniers ont été dégustés après 2 à 2.5 mois de mise en bouteille. La majorité du panel (8-13 juges) était constituée de personnes entraînées depuis plusieurs années à déguster les vins notamment lors des dégustations techniques d'Agroscope ACW. Les juges ont en plus suivi entre 5 et 6 heures d'entraînement chaque année. Les évaluations se sont déroulées le matin de manière anonyme dans les locaux d'ACW. Une échelle linéaire non structurée bornée allant de "pas" (absence de la sensation) à "très" (sensation perçue très intense) a été utilisée pour l'évaluation des descripteurs qui sont listés dans le tableau 2. Les acquisitions des données se sont déroulées à l'aide du logiciel FIZZ.

Une approche sensorielle complémentaire a été employée: la méthode Napping® réalisée en collaboration avec l'Ecole d'Ingénieurs de Changins. Cette méthode a l'avantage d'éviter la phase d'entraînement du panel et fournit une caractérisation sensorielle globale et intuitive de chaque vin.

Visuel	Défauts	Olfactif	Gustatif
intensité colorante	réduit	intensité olfactive	acidité
	oxydé	complexité	alcool
	volatil	fruité	gras
		floral	astringence
		végétal	structure
		minéral	équilibre
		stress	amertume
			persistance

Visuel	Défauts	Olfactif	Gustatif
intensité colorante	réduit	intensité olfactive	acidité
nuance	oxydé	complexité	alcool
	volatil	fruité	astringence
		épice	intensité tannique
		végétal	tanins secs
		animal	tanins tendres
			tanins charpentés
			structure
			équilibre
			amertume
			persistance

Tableau 2 : Descripteurs sensoriels utilisés pour l'évaluation des vins

2.9 Les caractéristiques climatiques de 2007 à 2009

Les données climatiques ont été enregistrées par les stations météorologiques de Pully et sont présentées à la figure 1. Le millésime 2007 a été caractérisé par d'abondantes précipitations estivales et un mois d'avril particulièrement chaud. 2008 a été une année avec des paramètres climatiques (surtout les précipitations) relativement similaires à la moyenne des 30 ans (1961-1990). Toutefois, 2008 a été caractérisée par des températures plutôt fraîches pendant la phase de maturation. L'été 2009 a été très chaud (la température moyenne du mois d'août est la troisième la plus élevée depuis le début des mesures en 1864) et sec. La quantité de précipitations des mois d'août et septembre ne représentait que 50% de la valeur moyenne des 30 ans.

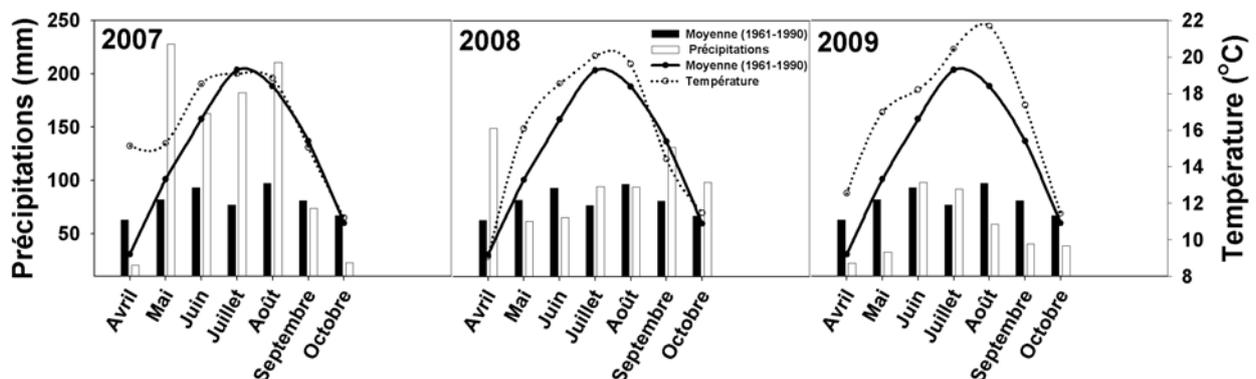


Figure 1 : Données climatiques de précipitations et température moyenne sur le site de Pully de 2007 à 2009.

2.10 Géopédologie

Letessier et Fermond (2004) ont montré le rôle fondamental joué par le glacier du Rhône dans le modelage des sols du vignoble vaudois. Le 80% de la surface du vignoble a été influencé par ses dépôts morainiques, par la pression exercée sur les roches plus anciennes ou par la mise à nu de la roche ancienne par rabotage des sols en place. Dans ce dernier cas, il s'agit la plupart du temps de la molasse.

Les sols viticoles vaudois peuvent être classés dans les principales familles de roche-mère suivantes :
Les sols issus des moraines : Plus de 60% des sols viticoles vaudois dérivent de dépôts glaciaires plus ou moins importants et très hétérogènes. Ce sont des sols caillouteux, plus ou moins profonds et peu évolués (moins de 10'000 ans). Ils présentent une compacité variable, selon qu'ils proviennent de moraines latérales plutôt caillouteuses et profondes ou de moraines de fond, qui peuvent être extrêmement compactes et imperméables à l'eau. La roche sous-jacente en place ne joue la plupart du temps aucun rôle, et toutes les caractéristiques de ces sols sont dérivées des particularités morainiques.

Les sols issus de molasse ou de roches calcaires : Ils proviennent du rabotage du glacier, qui a mis à nu des roches plus anciennes sans forcément laisser des dépôts morainiques. La molasse est une roche sédimentaire calcaire de l'ère tertiaire, de granulométrie et de consolidation variable selon l'origine des matériaux déposés (marnes, grès, poudingues...). 14% des sols viticoles vaudois sont concernés par ce type. Les roches calcaires, présentes dans le Chablais (gypse) et au bord du lac de Neuchâtel (calcaire jaune du Jura) sont issues de dépôts encore plus anciens.

Les sols issus d'éboulis, d'alluvions et de colluvions : Ils représentent 17% des sols vaudois. Les éboulis, issus des falaises calcaires, se sont formés après le retrait du glacier. Ils recouvrent localement la roche en place sous forme de cônes caillouteux. Les alluvions sont des dépôts fluviatiles localisés plus récents. Les colluvions représentent les dépôts fins des bas de pente, qui peuvent recouvrir d'autres formations géologiques.

2.11 Mésoclimat

Dans le cadre de la première étude des terroirs, l'appréciation des particularités climatiques du vignoble a été réalisée pour chaque région. Chaque situation du vignoble étant soumise à des échanges thermiques et des conditions particulières, une approche par modèle a été adoptée (Pythoud et Caloz, 2004). La variabilité climatique provenant de l'effet conjoint de plusieurs paramètres (exposition, altitude, vents...), l'extrapolation des valeurs météorologiques mesurées dans les stations ne sont pas réalisables sans tenir compte des conditions topographiques et géomorphologiques locales. L'utilisation de modèles permet de pallier à l'impossibilité de les mesurer en chaque point du vignoble. Tous les paramètres théoriques et constitutifs du microclimat sont dérivés du modèle numérique d'altitude (MNA25) de 25 m de résolution de l'Office fédéral de topographie. Des cartes géomorphologiques (altitude, pente, orientation) et climatiques (rayonnement solaire, température, vents) ont été élaborées sur cette base. Le modèle de rayonnement utilisé intègre l'effet du relief environnant (pente, orientation et ombre projetée) et la hauteur du soleil sur l'horizon durant la période considérée. Il a permis d'intégrer les variations de radiations durant les différentes périodes du cycle végétatif de la vigne (débourrement, floraison, véraison, maturité, ensemble du cycle végétatif de la vigne).

La définition d'un indice climatique résultant de l'effet conjoint du rayonnement, du vent et de la variation thermique altitudinale synthétise le modèle climatique élaboré. Ses valeurs varient entre 0 et 1 avec la pondération suivante :

$$I_{\text{clim}} = 0.5 * \text{Altitude} + 0.35 * \text{Rayonnement} + 0.15 * \text{Vent}$$

Cette méthode n'intègre pas les variations microclimatiques à l'échelle de la parcelle, mais elle permet un découpage relativement précis à l'échelle du vignoble et une caractérisation globale à l'échelle cantonale.

3 Doral

3.1 Fiche cépage

A. Origine

Cépage obtenu à Agroscope Changins-Wädenswil ACW en 1965, à partir d'un croisement entre Chasselas et Chardonnay.



B. Phénologie

Débourrement précoce à moyen; maturité: 1^{ère} époque.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,5 g - 1,7 g.
 - grappes: moyennes à petites, assez compactes.
 - niveau de production: moyen à faible en fonction des millésimes et des sites.
- *Teneur en sucres des moûts*: moyenne (85-90 Oe).
- *Acidité totale des moûts*: moyenne à élevée (7-8 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: assez sensible à la carence magnésienne, au dessèchement de la rafle et à la pourriture grise.

D. Potentiel œnologique

- Vin légèrement aromatique, de type fruité, riche et vif.
- Très sensible à la carence azotée: les caractères organoleptiques positifs du vin et sa typicité peuvent être totalement masqués lorsque le moût est pauvre en composés azotés.
- Bon potentiel de garde.
- Bonne aptitude à se prêter à l'élaboration de différents types de vins (élevage en barrique, vins effervescents, vins doux).

E. Adaptation aux terroirs

- *Sols de prédilection:* une contrainte hydrique modérée à la vigne est favorable à la qualité des vins de Doral. Des sols bien drainés, avec une réserve utile faible à moyenne et favorisant une bonne alimentation azotée de la vigne, comme par exemple les peyrosols, sont à privilégier pour l'obtention d'un vin de qualité.
- *Exigences climatiques:* le Doral est moyennement exigeant. Néanmoins, des températures élevées durant la phase de maturation sont favorables à la qualité des raisins (exemple: moins d'acide malique dans les baies). Le Doral est en général bien adapté aux différentes conditions climatiques du vignoble vaudois.

F. Remarques générales

Le Doral présente une bonne adaptation aux divers terroirs viticoles vaudois. Néanmoins, l'alimentation azotée de la vigne doit être sévèrement contrôlée. Dans les zones sensibles, par exemple sur des sols qui limitent l'enracinement de la vigne (exemple: marnes et moraines de fond), l'enherbement devrait être modéré et la fumure azotée maîtrisée. Dans les cas plus extrêmes, une fumure foliaire à la véraison pourrait être envisagée.

3.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 3)

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols** (RU). Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 3)

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Moraines caillouteuses	206	409, 106	119, 343
Moraines de fond		224, 306, 342,	304, 305, 307, 317, 318, 319, 331
Autres moraines	404, 408,	102	213
Molasses sablo-gréseuses (chien)			417
Marnes / Molasses à bancs de marne		236	403, 421, 220, 234
Peyrosols	110, 114, 329, 330	351	
Colluviosols			332, 333

Tableau 3 : Répartition des parcelles de Doral (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

3.3 Résultats principaux

3.3.1 Paramètres viticoles

En général les rendements ont été régulés sur l'ensemble des parcelles (fig. 2). Durant les trois ans, le rendement moyen a été de 1kg/m^2 . Celui-ci correspondait à l'objectif visé afin d'assurer un rapport feuille-fruit suffisant ($\text{SFE/kg} > 1.0$) pour une bonne maturité. Une estimation de rendement a été menée pour chaque parcelle à mi-juillet et un éclaircissage a été réalisé si nécessaire.

Bien qu'en 2007, le poids moyen de la baie à la vendange était légèrement inférieur aux deux autres millésimes, celui-ci n'a pas beaucoup varié d'un millésime à l'autre. Le millésime 2007 a présenté également en moyenne des teneurs en azote foliaire plus bas. Pour chaque millésime, la variation de la teneur en azote foliaire était relativement importante parmi les 32 parcelles du réseau. Les parcelles avec l'alimentation azotée la plus élevée présentaient 1,5 fois plus d'azote foliaire par rapport aux parcelles avec l'alimentation azotée la plus faible.

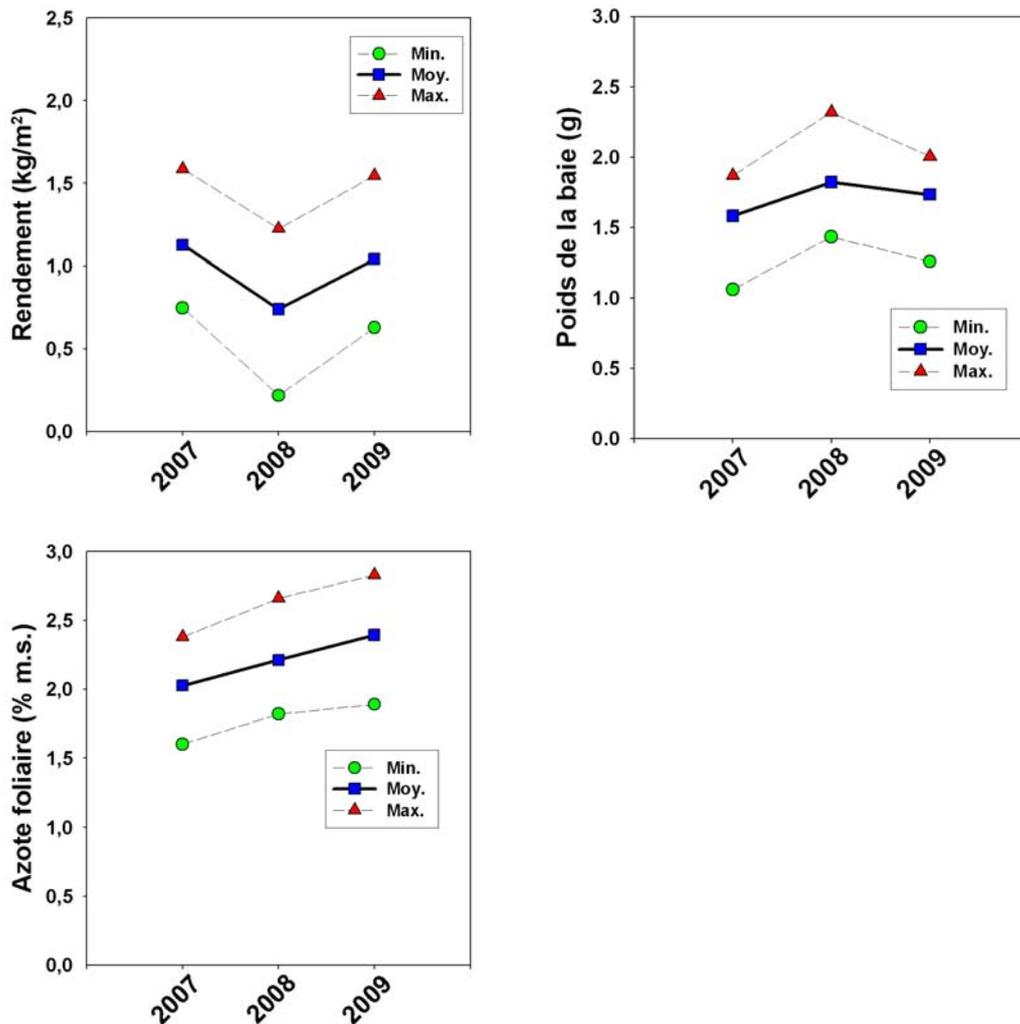


Figure 2 : Rendement, poids de la baie à la vendange et teneur en azote des feuilles à la véraison. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Doral 2007-2009.

3.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres plus élevées que les millésimes précédents (fig. 3). Le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales nettement plus élevées, témoignant d'une moins bonne maturité. Les valeurs des indices de formol ont varié entre les trois millésimes, le millésime 2008 ayant montré des valeurs d'indice de formol légèrement supérieures.

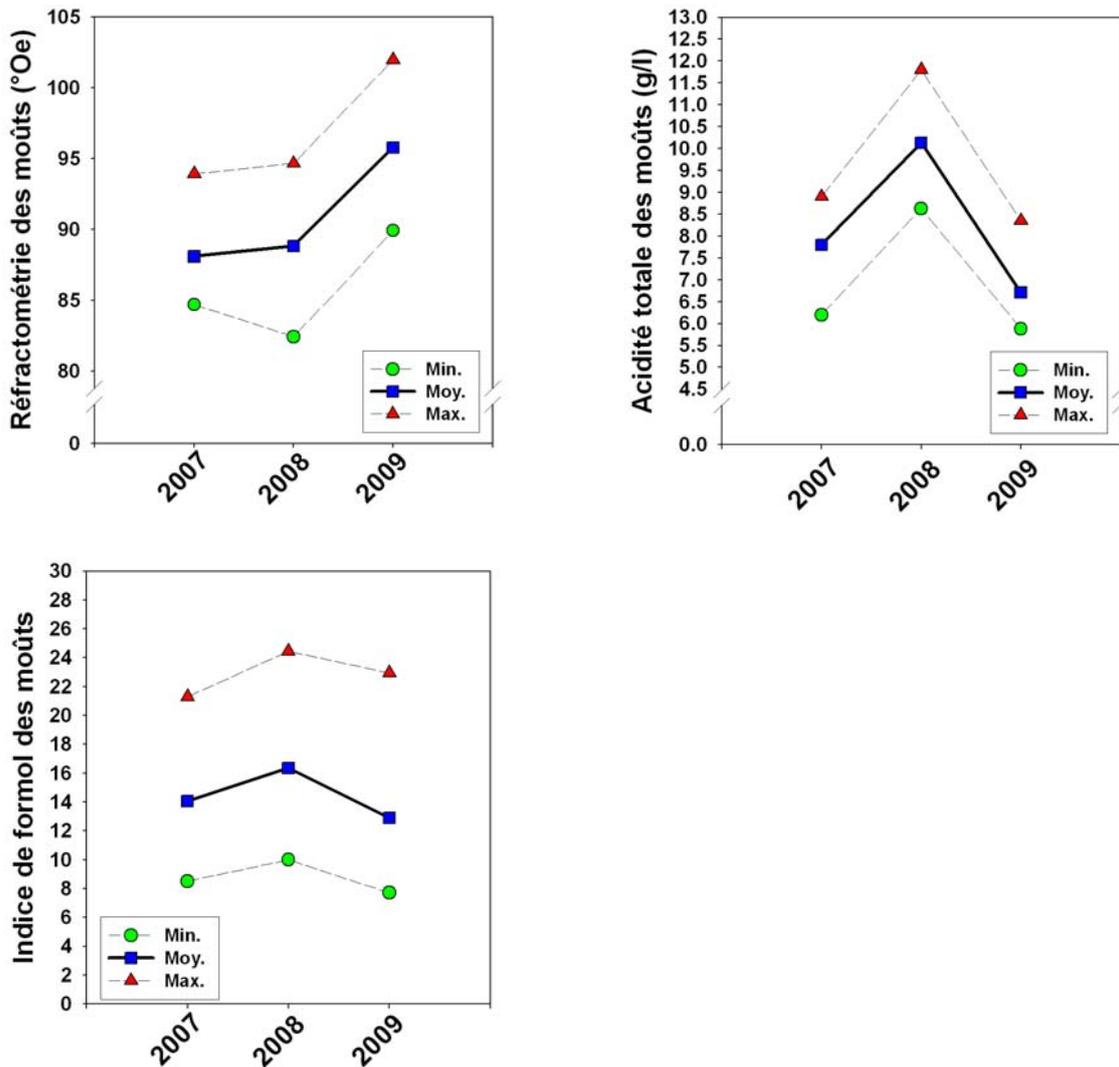


Figure 3 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Doral 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool nettement supérieurs aux deux autres millésimes, conséquence de conditions climatiques très favorables (fig. 4). La fermentation malolactique n'ayant pas été effectuée sur les cépages blancs au cours du millésime 2007, il est normal de voir des valeurs d'acidité totale plus élevées et des valeurs de pH plus faibles que pour les millésimes 2008 et 2009.

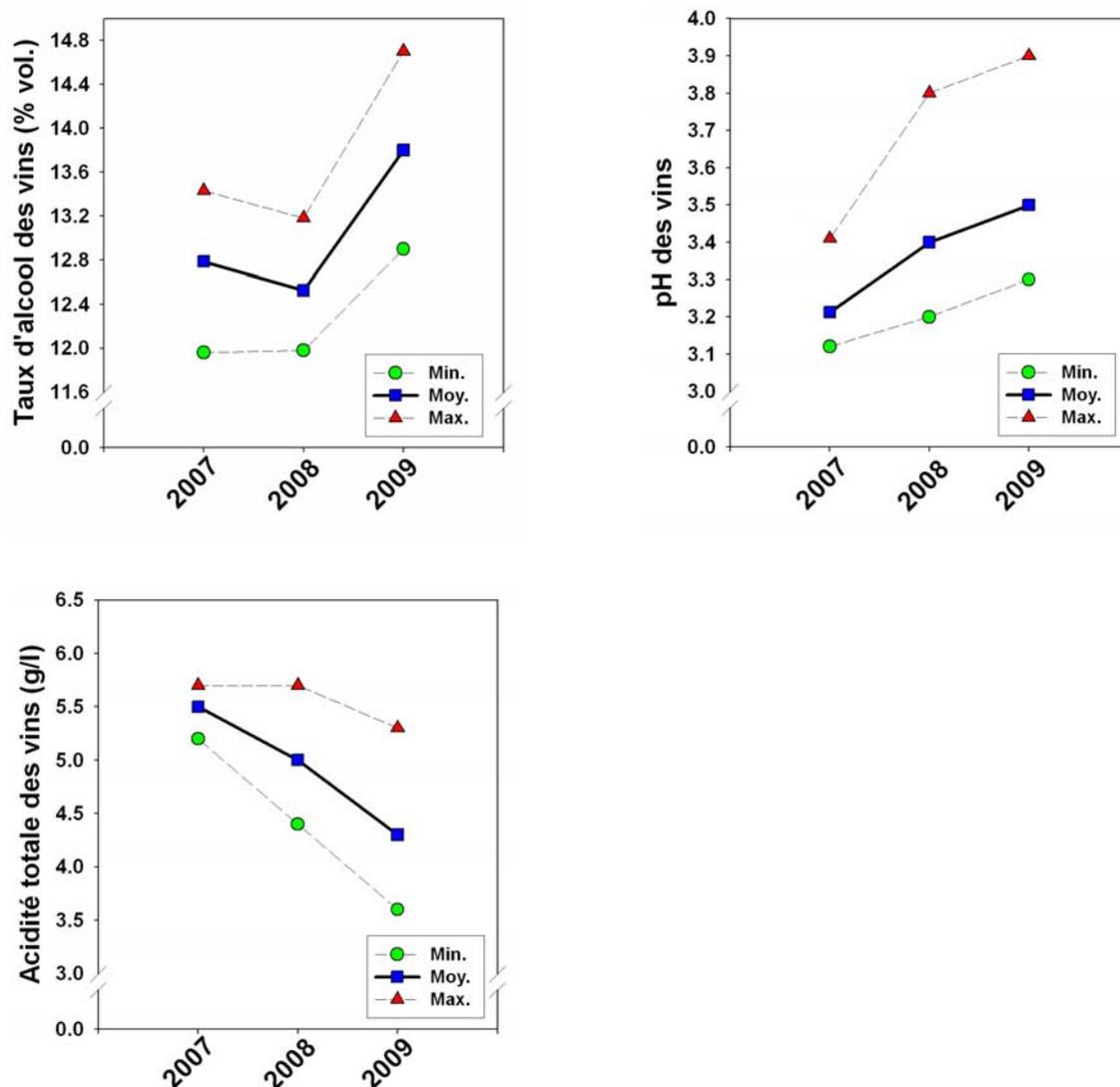


Figure 4 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Doral 2007-2009.

3.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins effectuées par le panel d'ACW montrent que le millésime 2008 a été qualifié par des caractères peu complexes au nez et de l'astringence en bouche (fig. 5). Le millésime 2009 a été qualifié par beaucoup de gras en bouche. Le cépage Doral semble surtout affecté par l'effet millésime sur le plan gustatif.

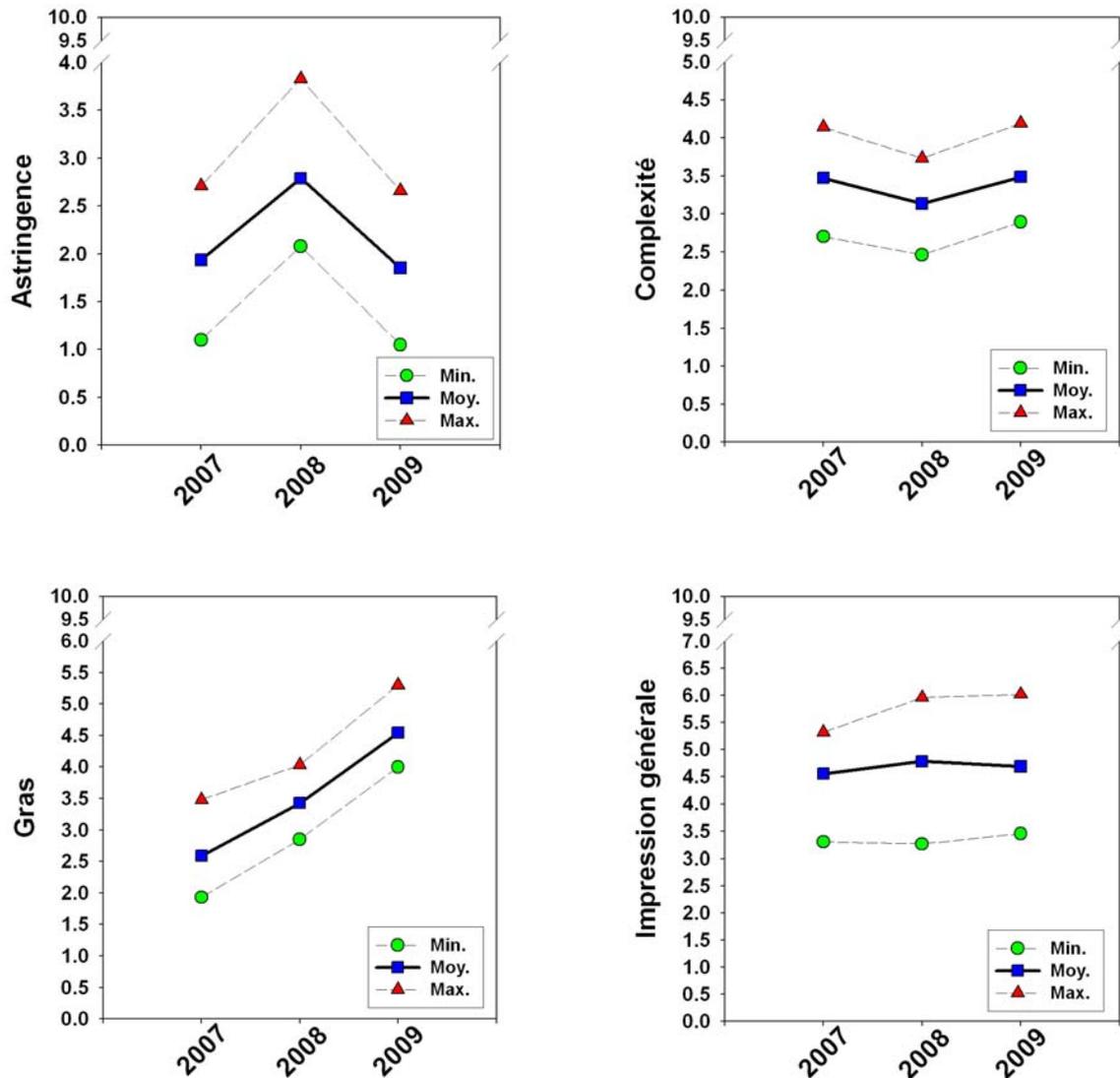


Figure 5 : Résultats des notations (0-10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Doral 2007-2009.

3.4 Facteurs explicatifs

3.4.1 Le régime hydrique

Des études de caractérisation des terroirs viticoles tendent à montrer l'influence prépondérante des conditions d'alimentation en eau sur le comportement de la vigne et la qualité des raisins et des vins. L'alimentation hydrique de la vigne a été mesurée durant les saisons 2007 à 2009.

Durant les millésimes 2007 et 2008, elle n'a pas été limitante en raison des précipitations estivales abondantes. Par contre, le millésime 2009, suite à un été sec et chaud, a vu l'apparition d'une contrainte hydrique modérée à forte sur les parcelles installées sur des réserves utiles faibles (fig. 6). Cela a eu comme conséquence pour ces parcelles de diminuer le poids de la baie et la teneur en acide malique. L'étude de la relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (mesurée par le Delta C¹³) et le poids de la baie à la vendange confirme l'effet majeur de celle-ci sur le développement des baies. Selon l'intensité de la contrainte hydrique, le poids de la baie a diminué jusqu'à 30% (fig. 6). Cette contrainte hydrique n'a pas eu d'effet marqué sur la teneur en sucres des moûts. Pour ce même millésime, les parcelles situées sur des réserves utiles plus importantes n'ont pas subi de contrainte hydrique.

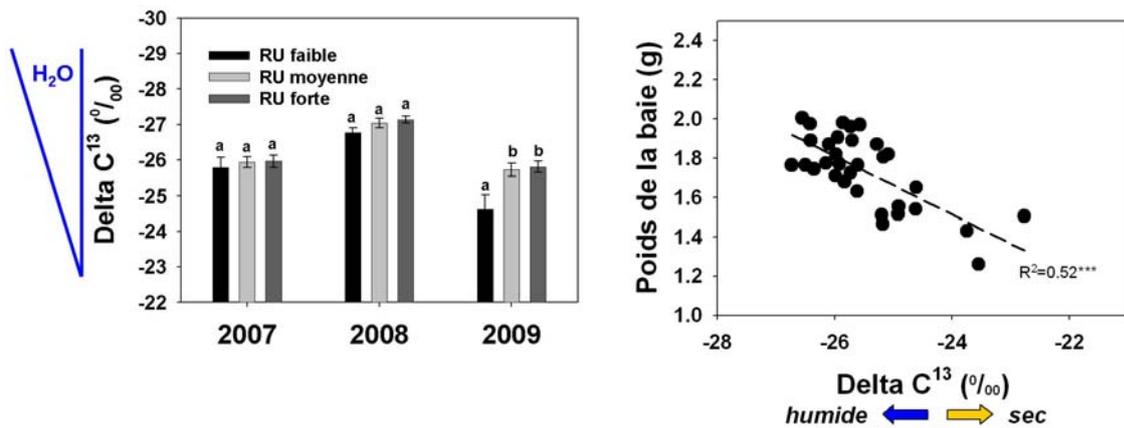


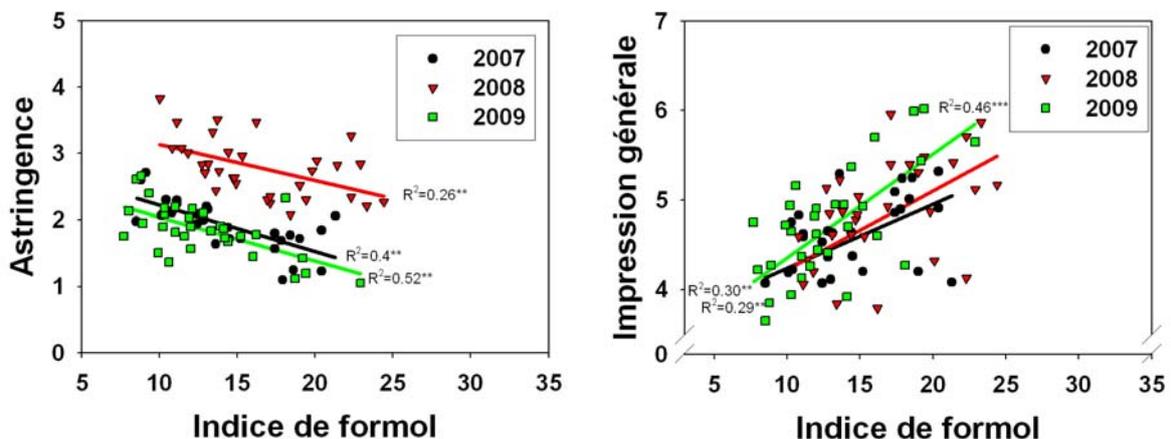
Figure 6 : Rapport isotopique du carbone (Delta C¹³) dans les sucres des moûts à la vendange pour les saisons 2007-2009 par rapport aux différentes réserves utiles (RU). Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (Delta C¹³) et le poids de la baie aux vendanges 2009. Doral.

Bien que les relations entre le niveau d'alimentation hydrique de la vigne et la qualité organoleptique des vins étaient faibles, il a été possible d'observer qu'un stress hydrique modéré a influencé de manière positive la qualité des vins du millésime 2009. Par exemple, en analyse sensorielle, les notes sur des descripteurs comme complexité, floral, structure et persistance ont eu tendance à augmenter lorsque les vins étaient issus de vignes ayant subi un stress hydrique modéré.

3.4.2 L'alimentation azotée

Indice de formol

La détermination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable (acides aminés + ammonium) par les levures lors de la fermentation alcoolique. L'alimentation azotée, mesurée à travers l'indice de formol, a joué un rôle important sur la qualité organoleptique des vins. Au cours des trois années d'étude, l'indice de formol est toujours apparu négativement corrélé à l'astringence (fig. 7). Les vins avec des valeurs d'indice de formol élevées ont été généralement bien appréciés par le panel. D'autres relations significatives de ce facteur ont été observées principalement pour les descripteurs suivants : intensité olfactive, gras, structure, équilibre, amertume, persistance. De plus, l'indice de formol a présenté une tendance à être corrélé négativement à la teneur en sucres des baies à la vendange et à être positivement lié au pH des moûts et des vins.



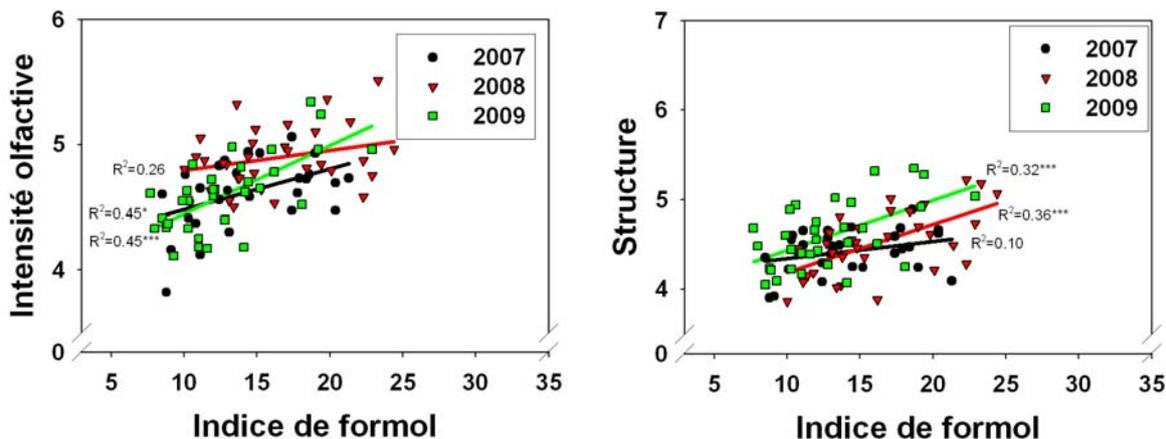


Figure 7 : Relation entre l'indice de formol et les variables sensorielles (notes de 0 à 10). Significativité du coefficient de détermination R^2 : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Doral 2007-2009.

Illustration de comportements parcelaires

L'exemple suivant illustre le rôle de l'alimentation azotée dans l'effet terroir. Dans le tableau 4, les données moyennes de quatre parcelles sont représentées au cours des trois millésimes. Les parcelles 119 et 220 ont un pH, une acidité malique et un indice de formol (IF) plus faibles que les parcelles 343 et 404.

Parcelles	°Oe	pH	Ac_Tot [g/l]	Ac_Mal [g/l]	Indice de formol
119	89.4	3.2	8.0	2.8	9.6
220	93.2	3.2	7.9	2.8	9.5
343	92.0	3.4	7.7	3.4	18.9
404	92.2	3.3	8.4	3.6	19.3

Tableau 4 : Données moyennes des paramètres chimiques en moût pour quatre parcelles. Doral 2007-2009.

Sur la figure 8, les profils moyens des vins des quatre mêmes parcelles sont représentés. Les parcelles 119 et 220 ont un profil peu qualitatif (végétal, astringence, faible équilibre, amertume) et ont été peu appréciées tandis que les parcelles 343 et 404 ont un profil qualitatif (complexité, gras, structure, faible astringence, équilibre) et ont été appréciées. De plus, le profil sensoriel a été relativement constant pour ces quatre parcelles quel que soit le millésime.

Si l'on considère les paramètres viticoles de ces parcelles (fig. 9), on peut observer que les valeurs d'indice de formol des parcelles 343 et 404 ont été de 30 à 40% supérieures à la moyenne des 32 parcelles de Doral. Alors que pour les parcelles 119 et 220, aux profils sensoriels peu qualitatifs, les valeurs d'indice de formol se situaient entre 30 et 40% en dessous de la moyenne de l'ensemble du réseau. La parcelle 343 a affiché un indice de formol plus élevé, une plus grande vigueur (poids des bois, poids de la baie) et un rendement légèrement supérieur par rapport aux trois autres parcelles. La parcelle 404 qui a présenté, comme la 343, des valeurs d'indice de formol élevés sur les trois ans, a eu une vigueur modérée, inférieure à la moyenne. Ainsi, les parcelles vigoureuses ont généralement produit des raisins avec un indice de formol élevé, par contre toutes les parcelles avec un indice de formol élevé ne sont pas forcément vigoureuses.

Ainsi, on remarque que le niveau d'azote des raisins est le facteur le plus probant pour expliquer les différences constatées lors de l'analyse sensorielle des vins. Ni la maturité à la vendange (°Oe et

acidité totale), ni le rendement, ni la précocité à la véraison (teneur en acide malique lors du 1^{er} contrôle de maturité) ne permettent d'expliquer les différences sensorielles des vins observés à la figure 8.

On comprend donc que l'alimentation azotée de la vigne joue un rôle fondamental dans l'obtention de vins aux caractéristiques sensorielles positives. Le profil en quelque sorte « idéal » serait celui de la parcelle 404 dont les raisins sont bien pourvus en azote (indice de formol élevé) et dont les souches sont peu vigoureuses.

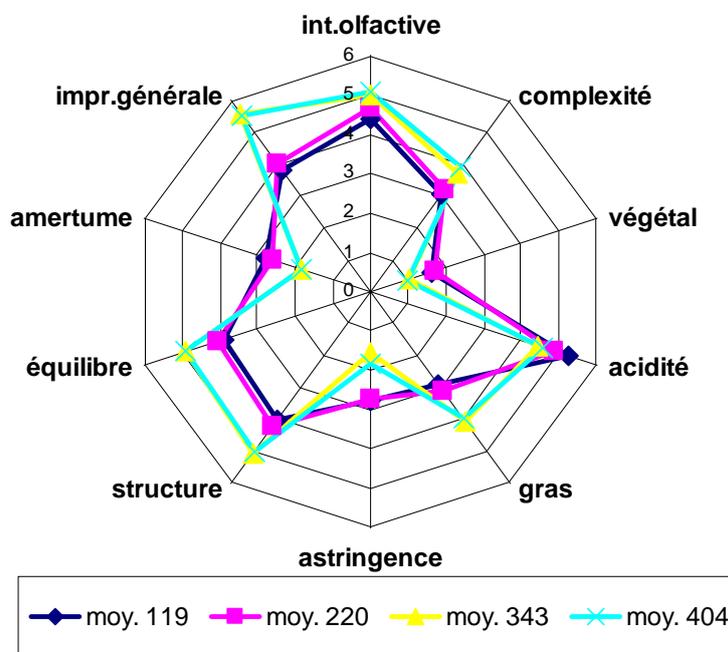


Figure 8 : Profils sensoriels moyens des trois millésimes pour quatre parcelles (notes de 0 à 10). Doral 2007-2009.

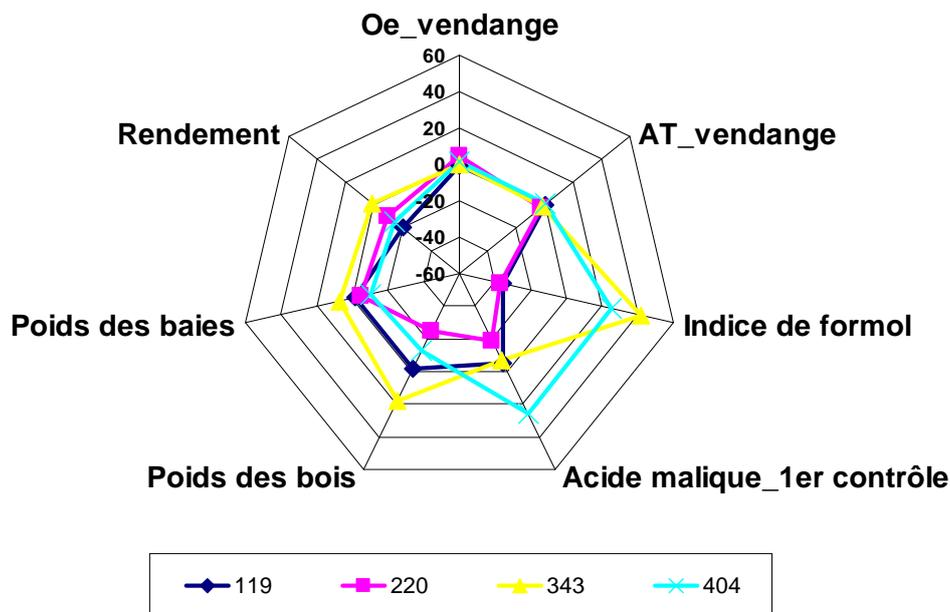


Figure 9 : Paramètres viticoles exprimés en % par rapport à la moyenne des 32 parcelles (fixée à 0 sur cette figure) pour quatre parcelles. Oe et AT représentent respectivement la teneur en sucres et l'acidité totale. Doral, moyennes 2007-2009.

Influence du type de sol

Sur l'ensemble des trois millésimes étudiés, les marnes, les molasses sablo-gréseuses et les moraines de fond ont été les types de sol qui ont affiché les valeurs d'indice de formol les plus basses. Au contraire, les colluviosols ont affiché les valeurs les plus élevées. Il s'est avéré que l'acidité totale a été plus élevée pour les vins de Doral issus de parcelles de vigne implantées sur marnes (5 essais) que pour les vins issus de parcelles de vigne implantées sur peyrosols (5 essais) (fig. 10).

Sur le plan sensoriel, les marnes et les molasses sablo-gréseuses (essai 417 vinifié en 2008 et 2009), avec des valeurs d'indice de formol basses, ont généralement produit des vins aux caractéristiques peu qualitatives avec des caractères végétaux. Au contraire, les peyrosols et autres moraines ont produits des vins aux caractéristiques qualitatives montrant de la complexité, de la structure et du gras.

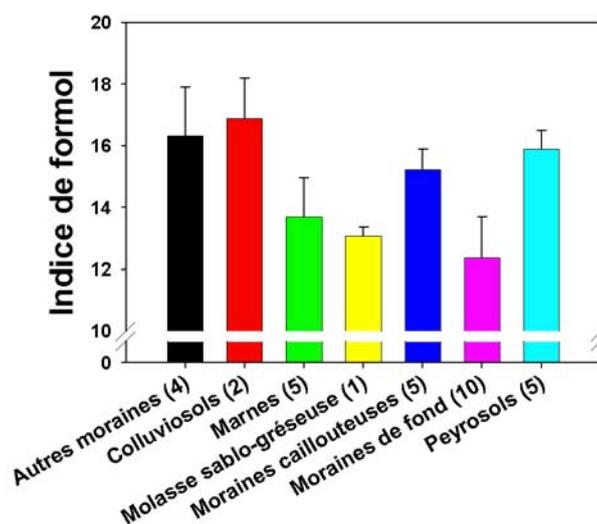


Figure 10 : Moyennes des indices de formol des essais appartenant à chaque type de sol sur les trois millésimes. Barres verticales : erreur standard. Le nombre de parcelles appartenant à chaque catégorie est indiqué entre parenthèses. Doral. 2007-2009.

Influence de la profondeur d'enracinement

Afin d'étudier plus en détail la profondeur d'enracinement de la vigne, des profils de sol ont été creusés durant l'été 2009 sur quatre parcelles de Doral. L'appareil racinaire des vignes observées était bien développé et leurs profils racinaires étaient semblables à ceux établis en 2003 sur des vieilles vignes (>15 ans). De plus, en fonction de la profondeur d'enracinement, deux catégories ont été établies. Deux parcelles où les racines de vigne étaient absentes au-delà de 1m de profondeur et deux autres parcelles où les racines de vigne étaient présentes au-delà de 1,5m. Le niveau d'alimentation azotée des vignes établies sur ces deux différentes catégories de profondeur d'enracinement était fort contrasté (fig. 11). En effet, la vigne sur des sols où la profondeur d'enracinement était faible, a eu tendance à montrer une alimentation azotée plus faible que celle de parcelles où la profondeur d'enracinement était plus importante.

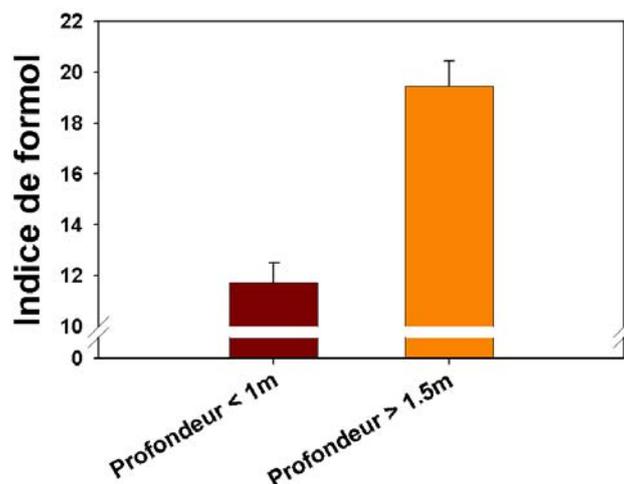


Figure 11 : Moyennes des indices de formol des essais appartenant à deux types de profondeur d'enracinement. Barres verticales : erreur standard. Deux parcelles par catégorie de profondeur. Doral. 2007-2009.

3.4.3 Le millésime

La figure 12 permet de caractériser d'une façon générale l'effet du millésime sur les vins au cours des trois ans d'étude. Le millésime 2007 a principalement été marqué par des notes végétales, de l'acidité et peu de gras, tandis que le millésime 2008 a été marqué par de l'acidité, de l'astringence et de l'amertume. Le millésime 2009 a été caractérisé par du gras, de la structure et de la complexité. Les notes d'impression générale ne se différencient pas suffisamment pour dire si un millésime a été dans l'ensemble mieux apprécié qu'un autre. Le cépage Doral semble légèrement influencé par le millésime, mais pas de manière très contrastée. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et, les résultats sensoriels sont de ce fait à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

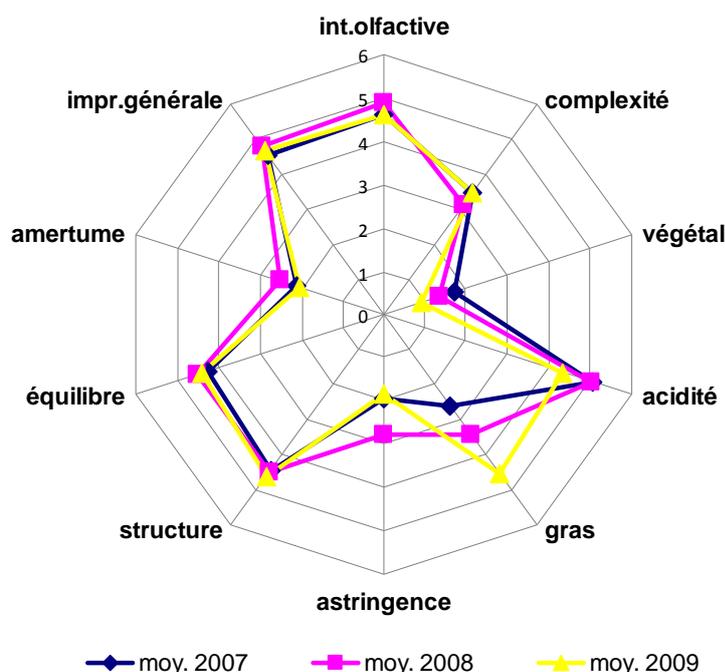


Figure 12 : Moyennes des notations (0 à 10) pour chaque millésime. Doral 2007-2009.

3.4.4 Autres considérations

Rendement

L'importance majeure de ce facteur sur la qualité des raisins n'est plus à démontrer. Néanmoins, dans notre étude, aucun descripteur sensoriel des vins n'a été en relation avec le rendement à la vigne. Ceci est certainement dû au fait que les niveaux de charge, malgré leur variabilité, ont été bien maîtrisés et qu'ils n'ont pas représenté un facteur limitant pour la qualité des vins.

Précocité phénologique

La précocité à la véraison a été évaluée en prenant la teneur en acide malique au premier contrôle. En effet, la teneur en acide malique diminue de la véraison jusqu'aux vendanges. Ainsi, cet indicateur nous a permis d'estimer pour chaque parcelle sa précocité phénologique (véraison). A l'exception d'une faible corrélation avec l'acidité totale aux vendanges, il n'y a eu aucune relation entre la précocité à la véraison et les analyses chimiques ou sensorielles des vins. Ceci est probablement dû au fait que sur les trois millésimes suivis, la maturité finale des raisins n'a pas été un facteur limitant. Avec des millésimes plus froids, ce facteur peut avoir toute son importance.

Maturité finale

Le taux de sucre à la vendange a été positivement corrélé au volume d'alcool dans les vins. Aucune relation nette n'a été observée entre d'un côté la teneur en sucres et l'acidité totale des moûts et de l'autre les analyses chimiques ou sensorielles des vins. La date de vendange a été déterminée sur la base du suivi de maturité. En règle générale, toutes les parcelles d'un même cépage ont été vendangées dans un intervalle d'une semaine. Nous n'avons pas observé de relation entre la date de vendange et la qualité sensorielle des vins.

Taux de calcaire des sols

Aucun lien n'a pu être établi entre les profils sensoriels, les analyses chimiques des vins et le taux de calcaire des sols.

Influence de l'indice climatique

L'indice climatique prend en compte l'altitude et l'énergie solaire potentielle captée par une parcelle. Aucune relation claire n'a été observée entre l'indice climatique et les analyses chimiques ou sensorielles des vins.

3.5 Conclusions

Effet millésime

Durant les trois années d'étude, l'effet du millésime sur la qualité des vins de Doral a été peu marqué.

Effet site

L'alimentation hydrique

- Une diminution du poids de la baie et de la teneur en acide malique a été observée en condition de contrainte hydrique modérée à forte.
- Les vignes implantées sur des RU fortes n'ont pas subi les effets d'une contrainte hydrique.
- Une contrainte hydrique modérée a influencé positivement la qualité des vins.

L'alimentation azotée

- Une alimentation azotée limitante des moûts a influencé négativement la qualité des vins (note d'astringence, amertume).
 - o **Type de sol**
- Les vignes implantées sur des colluviosols ont généralement présenté une bonne alimentation azotée.

- Les parcelles implantées sur des marnes, des molasses sablo-gréseuses et des moraines de fond ont présenté une alimentation azotée limitante.
- Les vins issus de parcelles de vigne implantées sur des marnes ont montré une acidité totale plutôt élevée.
- Les vins issus de parcelles de vigne installées sur des peyrosols ont montré une acidité totale plutôt faible.

- **Profondeur d'enracinement**

- Généralement, une colonisation racinaire restreinte en profondeur a entraîné une faible teneur en azote des moûts.
- A l'inverse, un enracinement important en profondeur a provoqué une alimentation azotée plus importante des raisins.

4 Gewürztraminer

4.1 Fiche cépage

A. Origine

Cépage septentrional, connu aussi sous le nom de savagnin rose aromatique.



B. Phénologie

Débourrement précoce à moyen; maturité: 1^{ère} époque.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne à forte.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,4 g - 1,6 g.
 - grappes: petites et compactes.
 - niveau de production: faible.
- *Teneur en sucres des moûts*: élevée (95-100 Oe).
- *Acidité totale des moûts*: moyenne à faible (4-7 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: assez sensible à la coulure et au millerandage, sensible au dessèchement de la rafle.

D. Potentiel œnologique

- Vin très aromatique, aux arômes fruités (litchi) et floraux (rose).
- Très sensible à la carence azotée, le bouquet expressif et typique du Gewürztraminer peut être totalement masqué lorsque le moût est pauvre en composés azotés.
- Ce cépage permet l'élaboration aussi bien de vins secs que liquoreux.

E. Adaptation aux terroirs

Le Gewürztraminer semble s'adapter à une large palette de sols. Sur le plan aromatique, il donne les meilleurs résultats dans les zones fraîches du vignoble.

F. Remarques générales

En relation avec la typicité des vins, le Gewürztraminer présente une aire d'adaptation limitée. Il donne des vins aux arômes typiques que dans des situations bien particulières. La vigne doit être suffisamment alimentée en azote. En conditions trop chaudes, il peut donner des vins aux arômes grossiers et lourds et donc moins intéressants.

4.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 5)

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols (RU)**. Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 5)

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Peyrosols		340	355
Moraines de fond	348		339, 325

Tableau 5 : Répartition des parcelles de Gewürztraminer (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

4.3 Résultats principaux

4.3.1 Paramètres viticoles

Les rendements et le poids de la baie des parcelles de Gewürztraminer sont présentés à la figure 13. En 2007, suite à une forte coulure, les rendements ainsi que les poids de la baie ont été plus faibles que les deux autres millésimes.

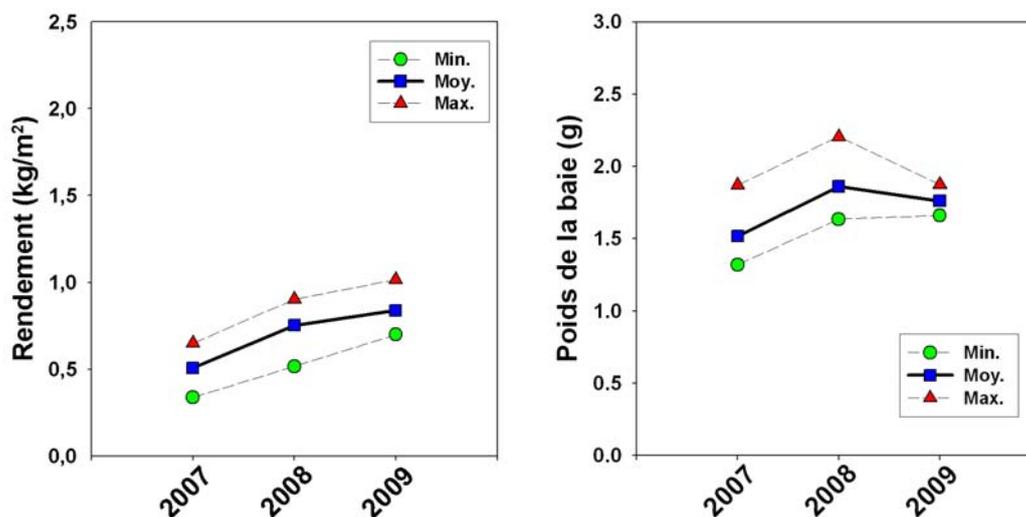


Figure 13 : Rendement, poids de la baie à la vendange. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Gewürztraminer. 2007-2009.

4.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres plus élevées que les millésimes précédents (fig. 14). Le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales nettement plus élevées, témoignant d'une moins bonne maturité. Les valeurs des indices de formol ont varié entre les trois millésimes, le millésime 2008 ayant des valeurs d'indice de formol légèrement supérieures.

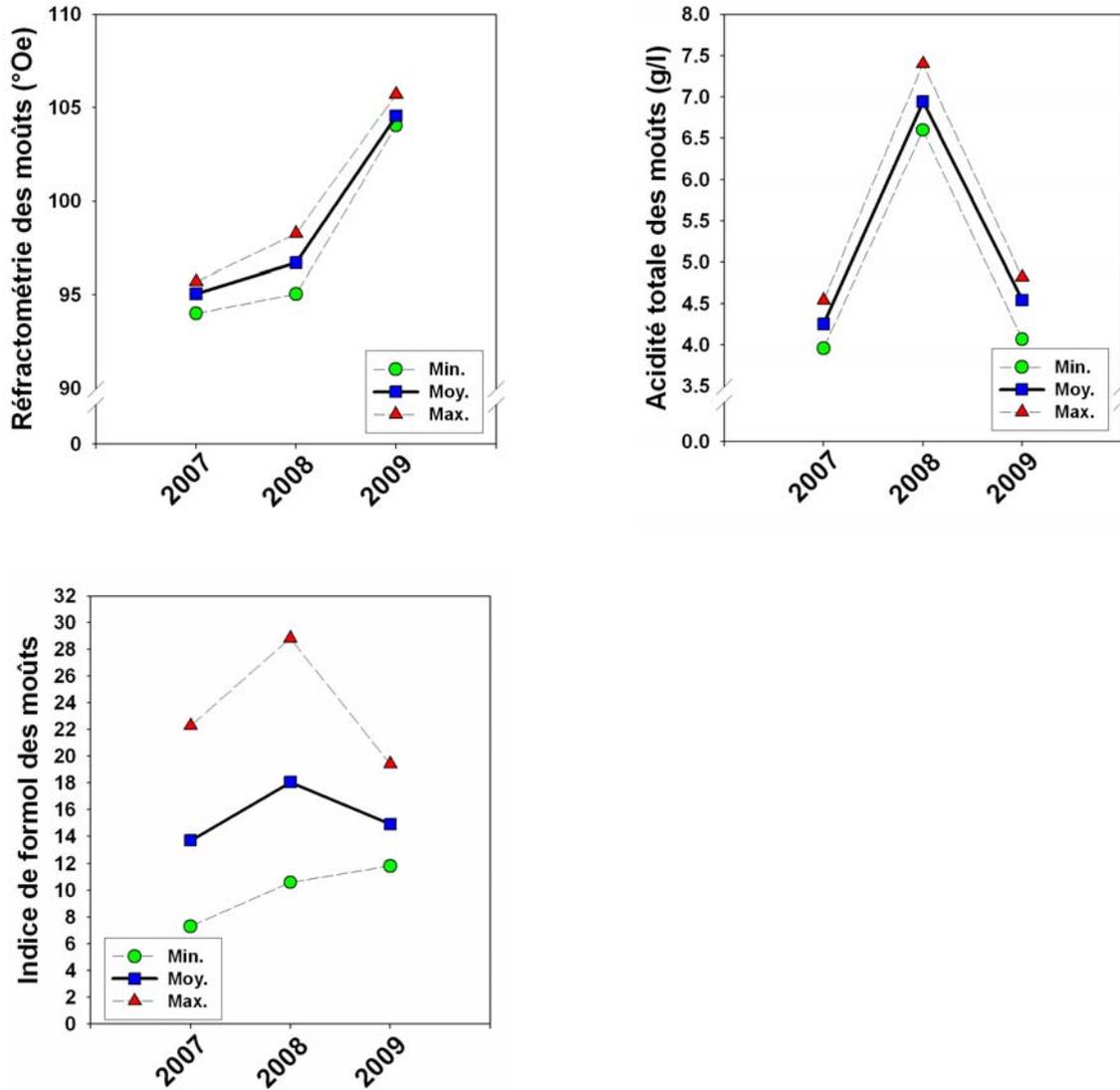


Figure 14 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Gewürztraminer 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool nettement supérieurs aux deux autres millésimes, conséquence de conditions climatiques très favorables (fig. 15). Comme pour les moûts, les vins du millésime 2008 ont été marqués par des valeurs de pH basses et des valeurs d'acidité totale élevées comparativement aux millésimes 2007 et 2009.

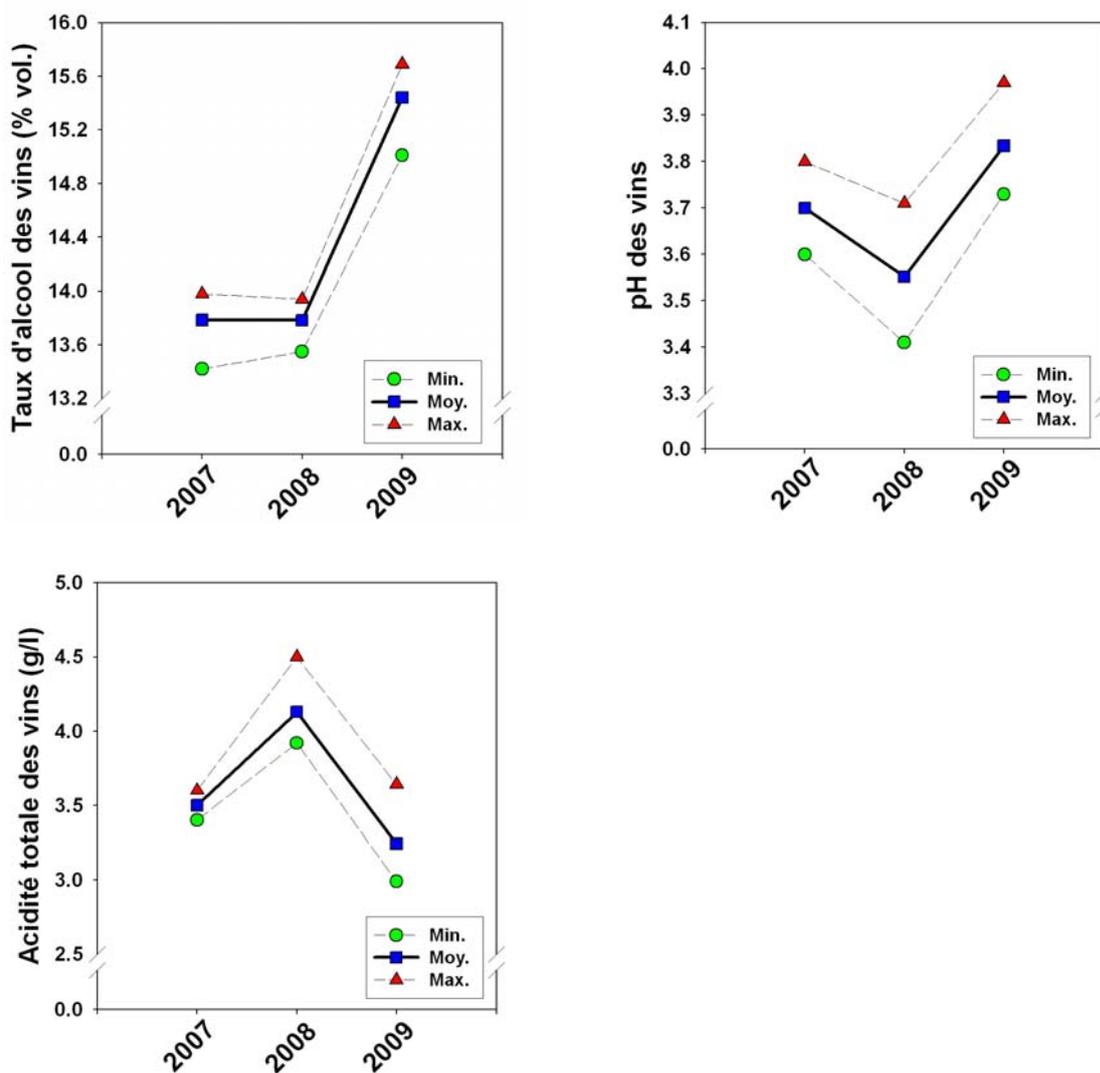


Figure 15 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Gewürztraminer 2007-2009.

4.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins effectuées par le panel d'ACW montrent que le millésime 2008 a été qualifié par de l'astringence en bouche (fig. 16). Le millésime 2009 a été caractérisé par beaucoup de gras en bouche. Globalement, les vins du millésime 2007 ont été appréciés certainement à cause d'un peu plus de complexité au nez et moins d'astringence en bouche.

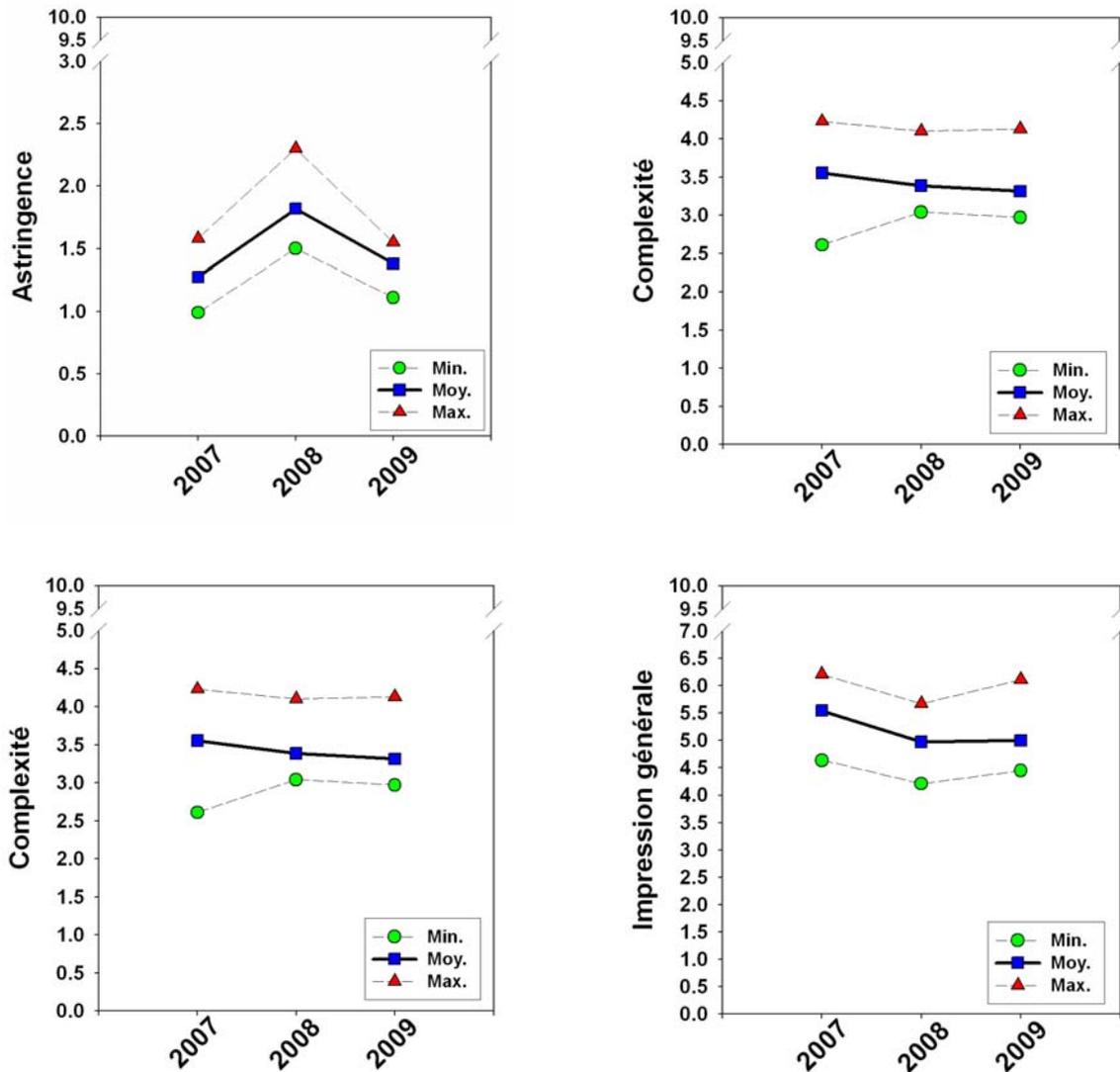


Figure 16 : Résultats des notations (0-10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Gewürztraminer 2007-2009.

4.4 Facteurs explicatifs

4.4.1 Le régime hydrique

En 2009, la contrainte hydrique a été faible sur l'ensemble du réseau Gewürztraminer. Il n'y a pas eu de relation entre la contrainte hydrique et les résultats des analyses sensorielles. Pour les millésimes 2007 et 2008, aucune contrainte hydrique n'a été enregistrée sur le réseau Gewürztraminer.

4.4.2 L'alimentation azotée

Indice de formol

La détermination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable (acides aminés + ammonium) par les levures lors de la fermentation alcoolique. L'alimentation azotée, mesurée à travers l'indice de formol, a joué un rôle sur la qualité organoleptique des vins. Au cours des trois années d'étude, l'indice de formol est apparu positivement corrélé à l'intensité olfactive et au floral (fig. 17). De plus, les vins avec des valeurs d'indice de formol plus élevées ont généralement été bien appréciés par le panel.

D'autres relations significatives ont été observées principalement pour les descripteurs suivants : complexité, fruité, gras, structure, équilibre, persistance.

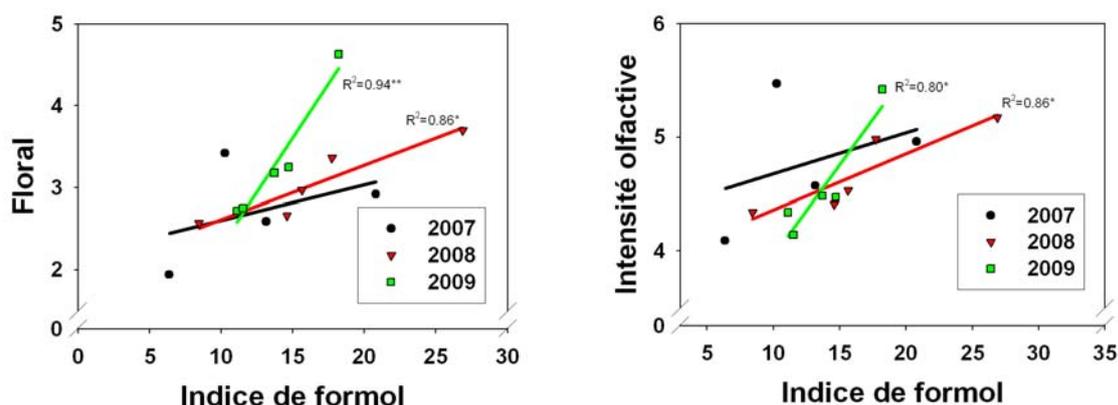


Figure 17 : Relation entre l'indice de formol et les variables sensorielles (notes de 0 à 10). Significativité du coefficient de détermination R^2 : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Gewürztraminer 2007-2009.

Illustration de comportements parcelaires

L'exemple suivant illustre le rôle de l'alimentation azotée dans l'effet terroir. Dans le tableau 6, deux parcelles sont représentées selon leurs données moyennes au cours des trois millésimes. La parcelle 339 montre une acidité malique plus élevée que la parcelle 348, mais elle possède surtout un indice de formol (IF) de 23.5 comparativement à la 348 dont la valeur de l'indice de formol n'est que de 14.1.

Parcelles	Kg/m ²	°Oe	pH	Ac. Tot [g/l]	Ac. Mal [g/l]	IF	Poids de la baie [g]
339	0.75	98.8	3.6	5.4	2.5	23.5	1.67
348	0.75	99.1	3.5	5.4	2	14.1	1.58

Tableau 6 : Données moyennes des paramètres viticoles et chimiques en moût pour deux parcelles. Gewürztraminer 2007-2009.

Sur la figure 18, les profils moyens des vins des deux mêmes parcelles sont représentés. La parcelle 348 a un profil peu qualitatif (faible intensité olfactive, faible complexité, peu d'odeurs florales) et a été peu appréciée tandis que la parcelle 339 a un profil qualitatif (intensité olfactive, complexité, floral) et a été bien appréciée.

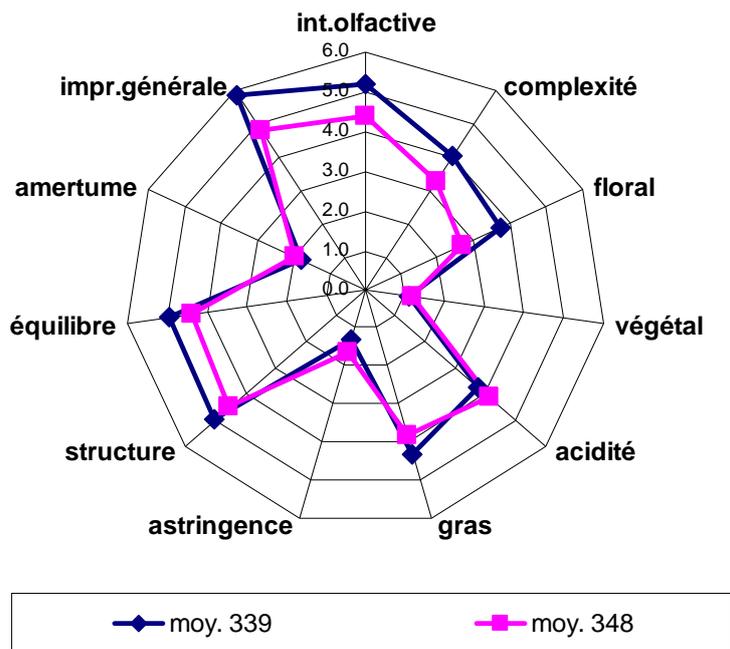


Figure 18 : Profils sensoriels moyens des trois millésimes pour deux parcelles (notes de 0 à 10). Gewürztraminer 2007-2009.

Les essais du millésime 2009 des deux mêmes vins ont été à nouveau dégustés par le panel de Changins au cours du mois de décembre 2010. La figure 19 illustre les résultats obtenus qui confirment la persistance de l'influence de l'alimentation azotée au cours du temps. Les caractéristiques des deux vins s'expriment de la même manière, le 339 ayant été plus apprécié pour ses qualités olfactives (intensité olfactive, complexité, floral) que le 348. Ainsi, un vin dont le moût était pauvre en azote n'évoluera pas positivement dans le temps.

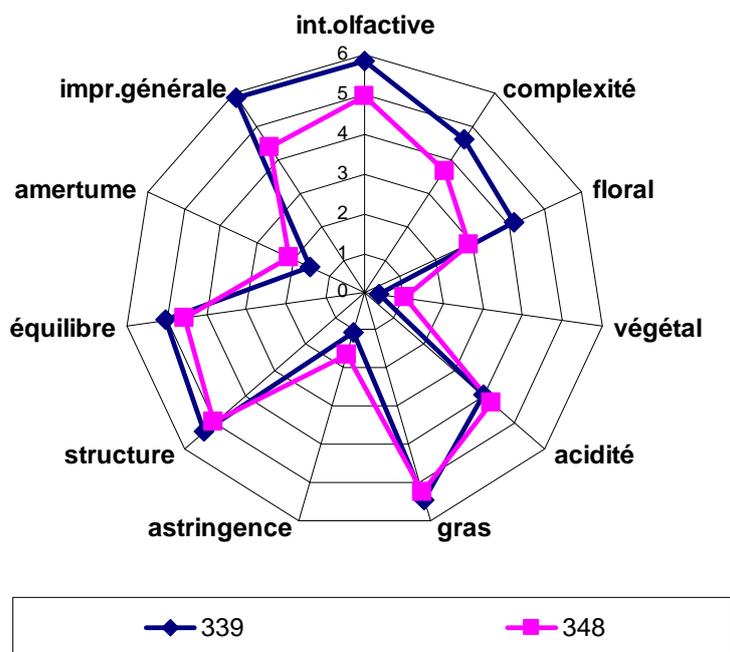


Figure 19 : Profils sensoriels de deux parcelles (notes de 0 à 10). Gewürztraminer 2009. Dégustation décembre 2010.

4.4.3 Le millésime

La figure 20 permet de caractériser d'une façon générale l'effet du millésime sur les vins au cours des trois ans d'étude. L'influence des millésimes s'exprime par l'acidité de 2008 et la sensation de gras de 2009. Les vins de 2007 ont été très légèrement mieux appréciés par rapport aux millésimes 2008 et 2009. Outre ces observations, les profils des vins de Gewürztraminer restent globalement assez constants d'une année à l'autre. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

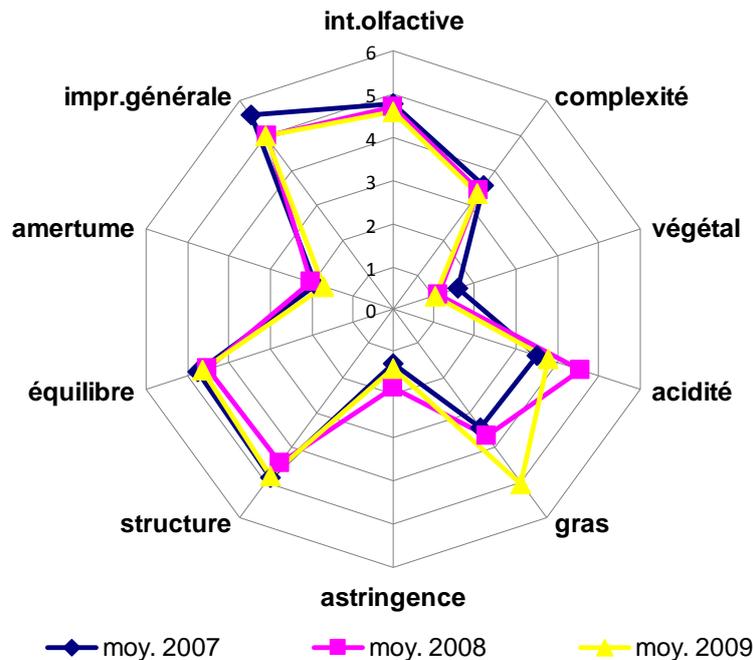


Figure 20 : Moyennes des notations (0 à 10) pour chaque millésime. Gewürztraminer 2007-2009.

4.4.4 Autres considérations

Rendement

Aucune influence du rendement n'a été observée sur les caractéristiques des vins.

Influence de la précocité phénologique

Aucune influence de la précocité phénologique n'a été observée sur les caractéristiques des vins.

Taux de calcaire des sols

Aucun lien n'a pu être établi entre le taux de calcaire des sols et les descripteurs sensoriels des vins.

Influence de l'indice climatique

Aucun lien n'a pu être établi entre les indices climatiques et les profils sensoriels des vins.

4.5 Conclusions

Effet millésime

Durant les trois années d'étude, l'effet millésime sur la qualité des vins de Gewürztraminer a été peu marqué.

Effet site

L'alimentation hydrique

- La contrainte hydrique n'a pas été un facteur d'influence pour le cépage Gewürztraminer au cours des trois millésimes étudiés.

L'alimentation azotée

- Une alimentation azotée des moûts déficiente a influencé négativement la qualité des vins.

Il n'y a pas eu d'influence notable du type de sol, de la profondeur d'enracinement, de la précocité phénologique ou de l'indice climatique sur les caractéristiques sensorielles des vins.

5 Viognier

5.1 Fiche cépage

A. Origine

Côtes-du-Rhône septentrionales.



B. Phénologie

Débourrement: moyen; maturité: 2^{ème} époque.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,4 g - 1,6 g.
 - grappes: moyennes
 - niveau de production: moyenne à élevée selon les millésimes et les sites.
- *Teneur en sucres des moûts*: élevée (90-100 Oe).
- *Acidité totale des moûts*: moyenne (6-9 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: pas de sensibilité particulière connue.

D. Potentiel œnologique

Vin neutre à légèrement aromatique, au bouquet fruité (abricot, pêche) et caractérisé par du gras et de la souplesse en bouche.

E. Adaptation aux terroirs

Le Viognier semble s'adapter à une large palette de sols. Sur le plan climatique, il donne ses meilleurs résultats dans les zones les plus chaudes du vignoble.

F. Remarques générales

En relation avec la typicité des vins, le Viognier présente une aire d'adaptation limitée dans le vignoble vaudois.

5.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 7)

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols (RU)**. Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 7)

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Moraines caillouteuses			205
Autres moraines	208, 212		
Colluviosols			228
Marnes			215, 229, 233

Tableau 7 : Répartition des parcelles de Viognier (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

5.3 Résultats principaux

5.3.1 Paramètres viticoles

Les rendements et le poids de la baie des parcelles de Viognier sont présentés à la figure 21. En 2007, la régulation de la charge n'a pas été effectuée avec assez de sévérité. En conséquence, pour ce millésime, les rendements de certaines parcelles ont été sensiblement trop élevés.

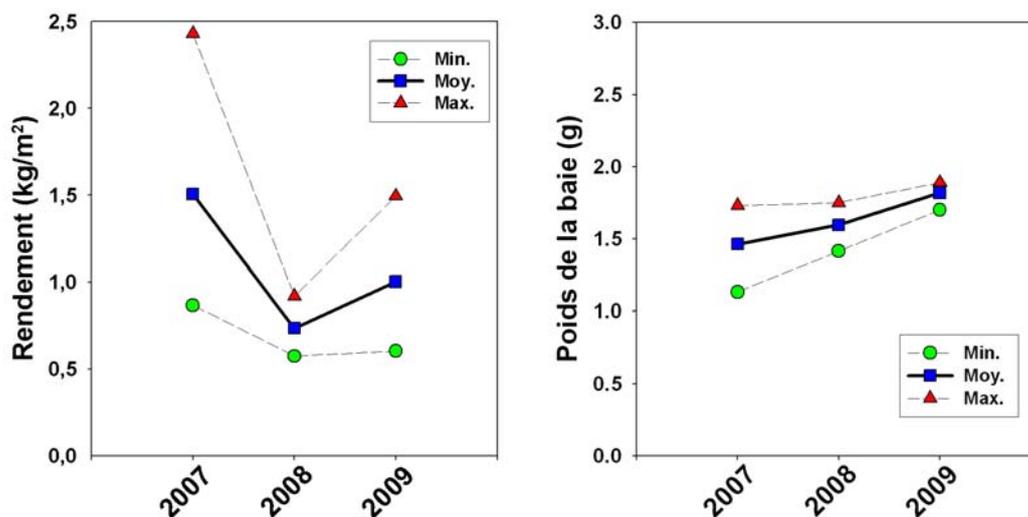


Figure 21 : Rendement, poids de la baie à la vendange. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Viognier. 2007-2009.

5.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres plus élevées que les millésimes précédents (fig. 22). Le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales nettement plus élevées, témoignant d'une moins bonne maturité. Les valeurs des indices de formol ont varié entre les trois millésimes, le millésime 2008 ayant des valeurs d'indice de formol plus élevées.

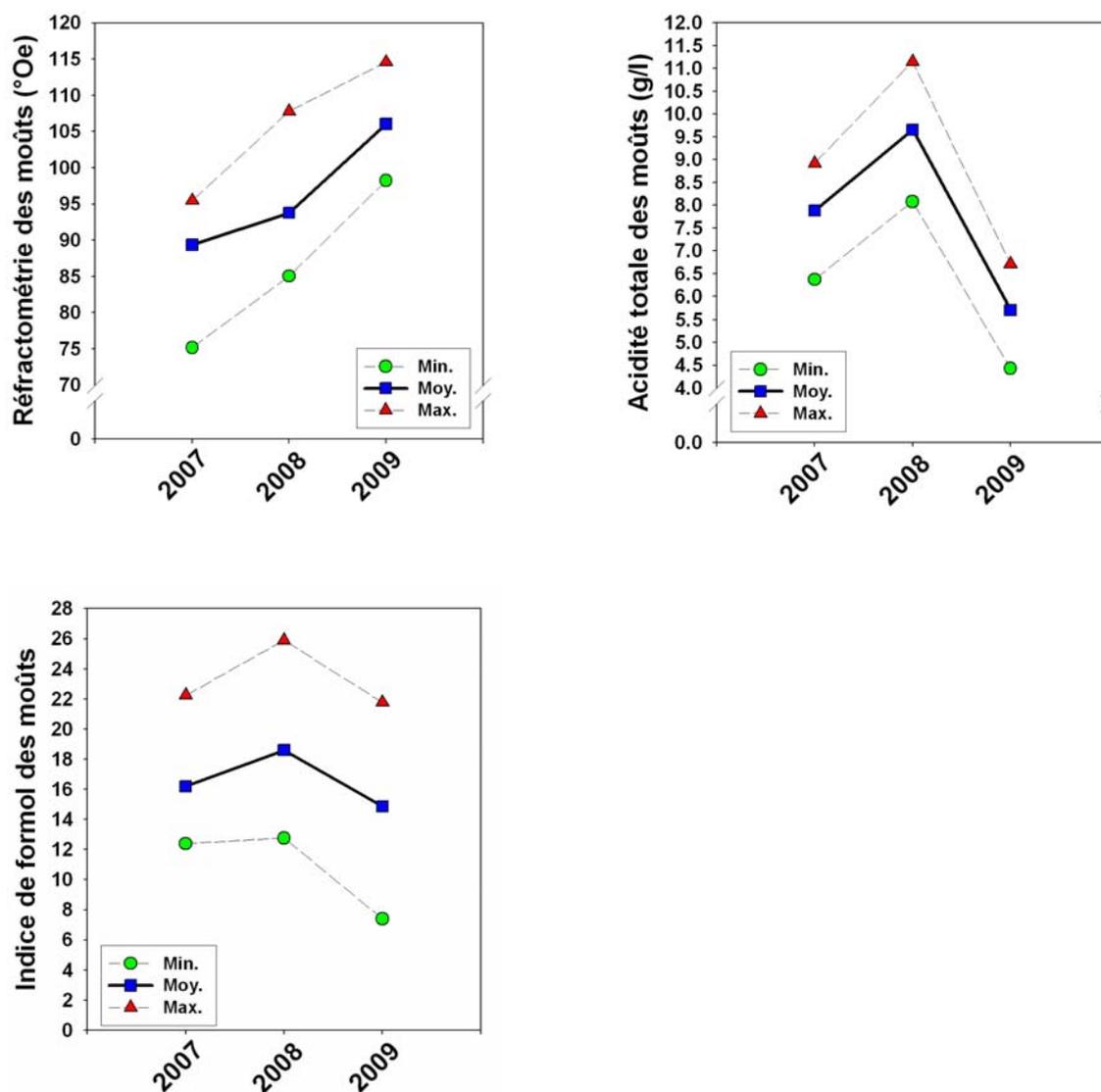


Figure 22 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Viognier 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool nettement supérieurs aux deux autres millésimes, conséquence de conditions climatiques très favorables (fig. 23). La fermentation malolactique n'ayant pas été effectuée en 2007, il est normal de voir des valeurs plus basses pour le pH et des valeurs plus élevées d'acidité totale comparativement aux millésimes 2008 et 2009. Cependant, les conditions climatiques très favorables du millésime 2009 ont influencé les valeurs analytiques du pH et de l'acidité totale. Le Viognier est un cépage qui marque bien l'effet millésime (effet climatique).

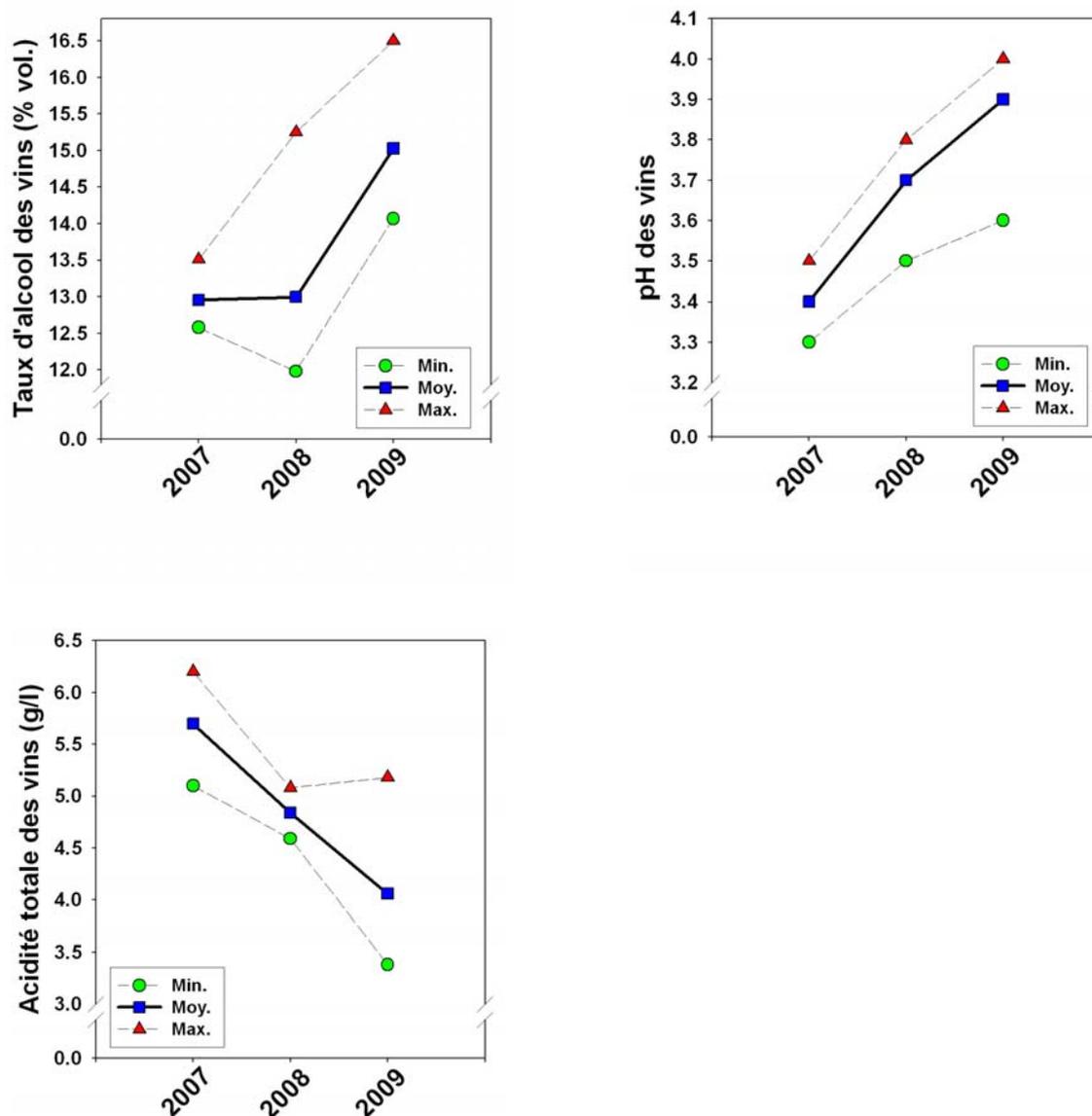


Figure 23 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Viognier 2007-2009.

5.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins effectuées par le panel d'ACW montrent que le millésime 2008 a été qualifié par plus de complexité au nez et moins d'astringence en bouche (fig. 24). Le millésime 2009 a été qualifié par beaucoup de gras en bouche. Mais globalement, les vins du millésime 2008 ont été légèrement mieux appréciés.

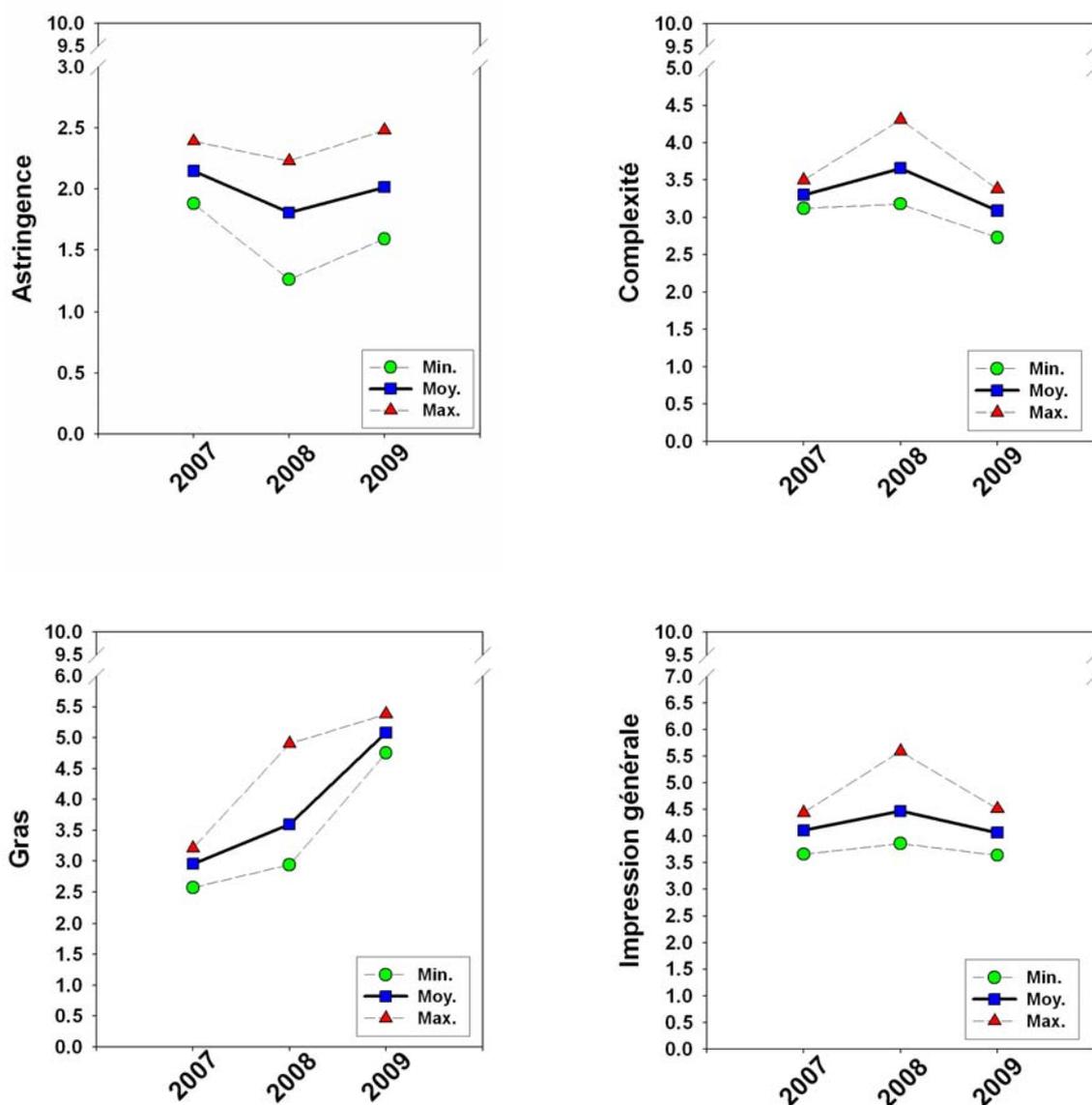


Figure 24 : Résultats des notations (0-10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Viognier 2007-2009.

5.4 Facteurs explicatifs

5.4.1 Le régime hydrique

Aucune relation entre la contrainte hydrique et les résultats des analyses sensorielles n'a été observée.

5.4.2 L'alimentation azotée

Indice de formol

La détermination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable (acides aminés + ammonium) par les levures lors de la fermentation alcoolique. L'alimentation azotée, mesurée à travers l'indice de formol, n'a pas joué un rôle important sur la qualité organoleptique des vins de Viognier. En effet, une influence a été observée uniquement au cours du millésime 2008. Par exemple, parmi les sept vins de Viognier, deux issus de parcelles dont les indices de formol variaient entre 22.6 et 21.5 ont été jugés positivement par de l'intensité olfactive, de la complexité, de la structure et du gras. Au contraire, trois autres vins, dont les indices de formol étaient inférieurs à 13.6, ont été jugés négativement par de l'amertume, de l'astringence, de l'acidité et des odeurs végétales. De plus, en 2008, l'indice de formol était négativement corrélé avec le descripteur olfactif végétal.

Illustration de comportements parcellaires

Les essais du millésime 2009 des parcelles 208 et 233 ont été à nouveau dégustés par le panel de Changins au cours du mois de décembre 2010. Le tableau 8 donne les principales caractéristiques des vins et la figure 25 illustre les résultats obtenus. L'essai 208 a affiché un taux de sucre (°Oe) et un indice de formol supérieurs comparativement à l'essai 233. L'essai 233 a un profil sensoriel un peu moins qualitatif avec moins d'équilibre, plus d'astringence et d'amertume par rapport à l'essai 208. Ceci est certainement dû à un indice de formol plus faible (13.7). Cependant, la note de floral est supérieure pour l'essai 233. L'explication pourrait venir de la moins grande maturité, qui a permis de garder plus de typicité du cépage. Ainsi, une teneur en sucres trop élevée ne serait pas favorable à l'expression olfactive optimale de la typicité du Viognier.

Parcelles	°Oe	pH	Ac. Tot [g/l]	Ac. Mal [g/l]	IF
208	114.6	3.5	5.4	2.6	21.8
233	107.5	3.5	4.4	2.5	13.7

Tableau 8 : Paramètres chimiques en moût pour deux parcelles. Viognier 2009.

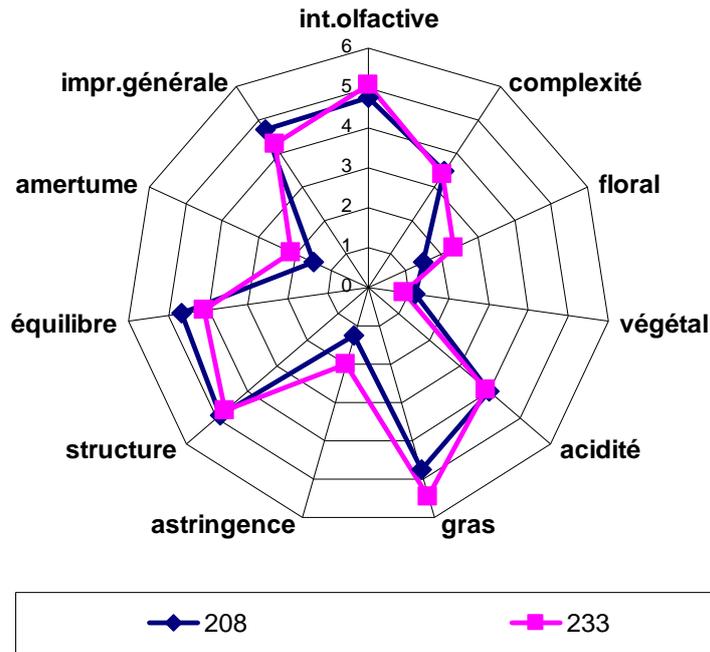


Figure 25 : Profils sensoriels de deux vins (notes de 0 à 10). Viognier 2009. Dégustation décembre 2010.

5.4.3 Le millésime

La figure 26 permet de caractériser d'une façon générale l'effet du millésime sur les vins au cours des trois ans d'étude. Globalement, les profils sensoriels des vins sont assez similaires d'une année à l'autre, mais les vins du millésime 2008 ont été légèrement mieux appréciés. Ils ont été caractérisés par un peu plus d'intensité olfactive et de complexité. L'influence du millésime 2009 s'est exprimée par une plus forte sensation de gras dans les vins. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

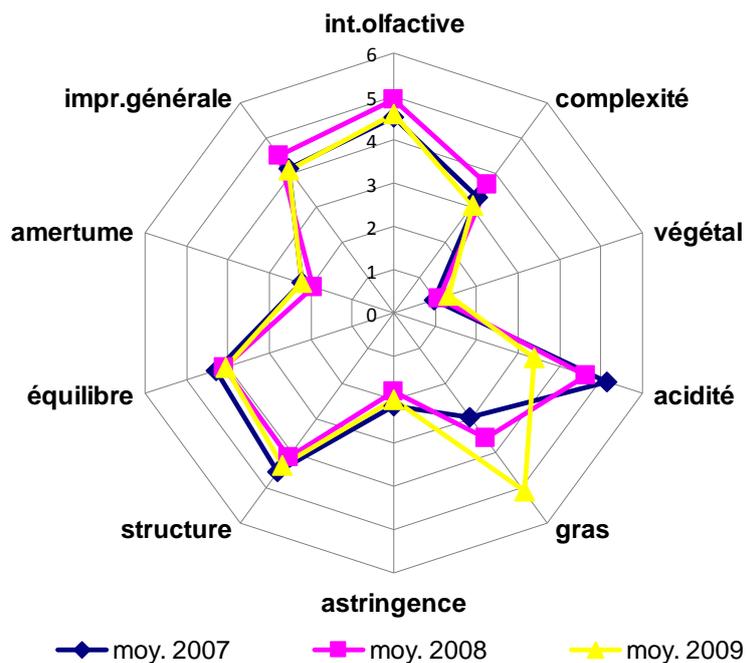


Figure 26 : Moyennes des notations (0-10) pour chaque millésime. Viognier 2007-2009.

5.4.4 Autres considérations

Aucune relation claire n'a été observée pour le Viognier entre le rendement, la précocité phénologique, l'indice climatique et la qualité des vins.

5.5 Conclusions

Effet millésime

- Durant les trois années d'étude, l'effet du millésime sur la qualité des vins de Viognier a été marqué. Une trop grande maturité peut ne pas être favorable à l'expression olfactive de la typicité du Viognier.

Effet site

L'alimentation hydrique

- La contrainte hydrique n'a pas été un facteur d'influence pour le Viognier au cours des trois millésimes étudiés.

L'alimentation azotée

- L'alimentation azotée n'a pas joué un rôle important sur la qualité organoleptique des vins.

Il n'y a pas eu d'influence notable du type de sol, de la profondeur d'enracinement, de la précocité phénologique ou de l'indice climatique sur les caractéristiques sensorielles des vins.

6 Pinot gris

6.1 Fiche cépage

A. Origine

Ce cépage est la mutation grise du Pinot noir, il est très probablement originaire de Bourgogne (France).



B. Phénologie

Débourrement: précoce à moyen; maturité: 1^{ère} époque.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,3 g - 1,5 g.
 - grappes: petites et compactes.
 - niveau de production: faible à moyenne selon les millésimes et les sites.
- *Teneur en sucres des moûts*: élevée (95-100 Oe).
- *Acidité totale des moûts*: élevée (6-9 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: assez sensible à la coulure et au millerandage. Très sensible à la pourriture grise.

D. Potentiel œnologique

- En vin sec, arôme neutre à légèrement aromatique et corsé en fonction de la teneur en sucres des moûts.
- Sensible à la carence azotée.
- Bonne aptitude à l'élaboration de vins liquoreux qui présentent un très bon potentiel de garde.

E. Adaptations aux terroirs

Le Pinot gris semble s'adapter à une large palette de sols pour autant que l'alimentation azotée de la vigne soit suffisante. Les sols à réserve hydrique faible lui sont favorables car ils permettent de limiter la vigueur de la vigne et ainsi diminuer les attaques de pourriture.

F. Remarques générales

En relation avec la typicité des vins, le Pinot gris présente une aire d'adaptation assez limitée dans le vignoble vaudois.

6.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 9)

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols** (RU). Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 9)

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Autres moraines	125		
Peyrosols	112	122	
Moraines de fond			321, 322, 323, 324, 338

Tableau 9 : Répartition des parcelles de Pinot gris (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

6.3 Résultats principaux

6.3.1 Paramètres viticoles

Les valeurs des rendements ainsi que des poids des baies pour les trois millésimes sont présentées à la figure 27. En général, les rendements ont été bien maîtrisés, malgré des écarts importants entre parcelles en 2007.

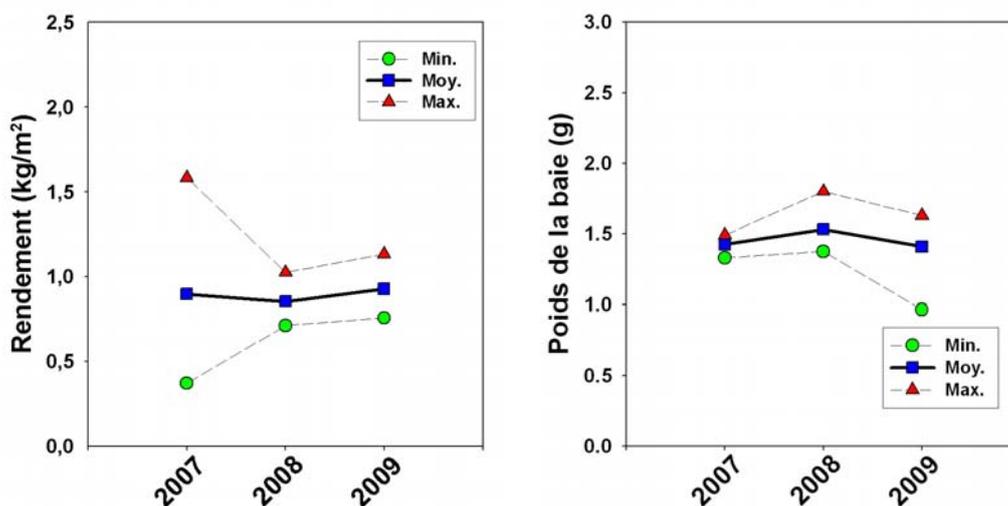


Figure 27 : Rendement, poids de la baie à la vendange. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Pinot gris. 2007-2009.

6.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres plus élevées que les millésimes précédents (fig. 28). Le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales nettement plus élevées, témoignant d'une moins bonne maturité. Les valeurs des indices de formol ont été similaires en 2007 et 2009 et ont été plus élevées lors du millésime 2008.

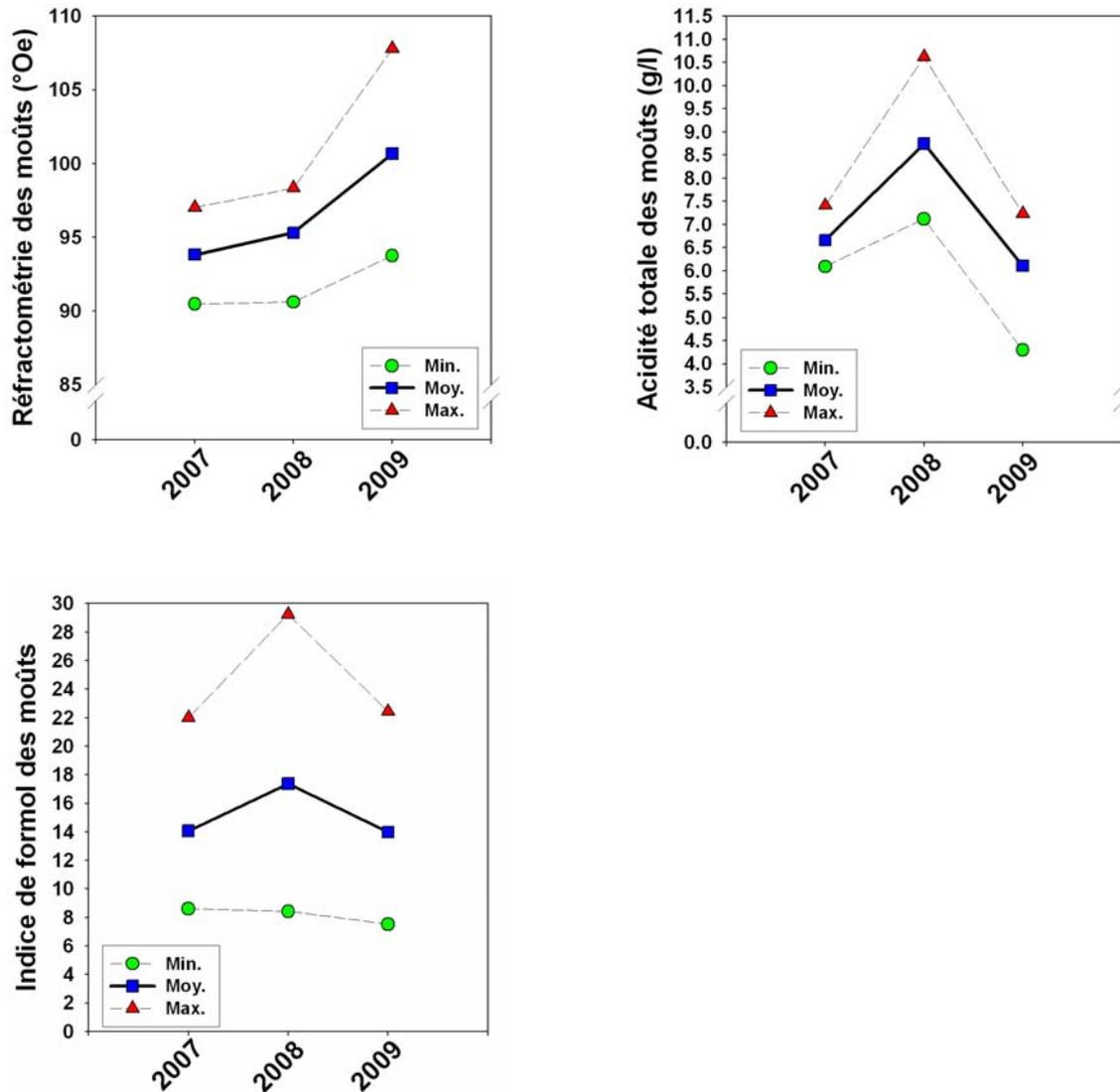


Figure 28 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Pinot gris 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool nettement supérieurs aux deux autres millésimes, conséquence de conditions climatiques très favorables (fig. 29). La fermentation malolactique n'ayant pas été effectuée en 2007, il est normal de voir des valeurs plus élevées d'acidité totale comparativement aux millésimes 2008 et 2009. Cependant, les conditions climatiques très favorables du millésime 2009 ont beaucoup influencé les valeurs analytiques du pH et de l'acidité totale. Le Pinot gris est un cépage qui marque assez bien l'effet du millésime.

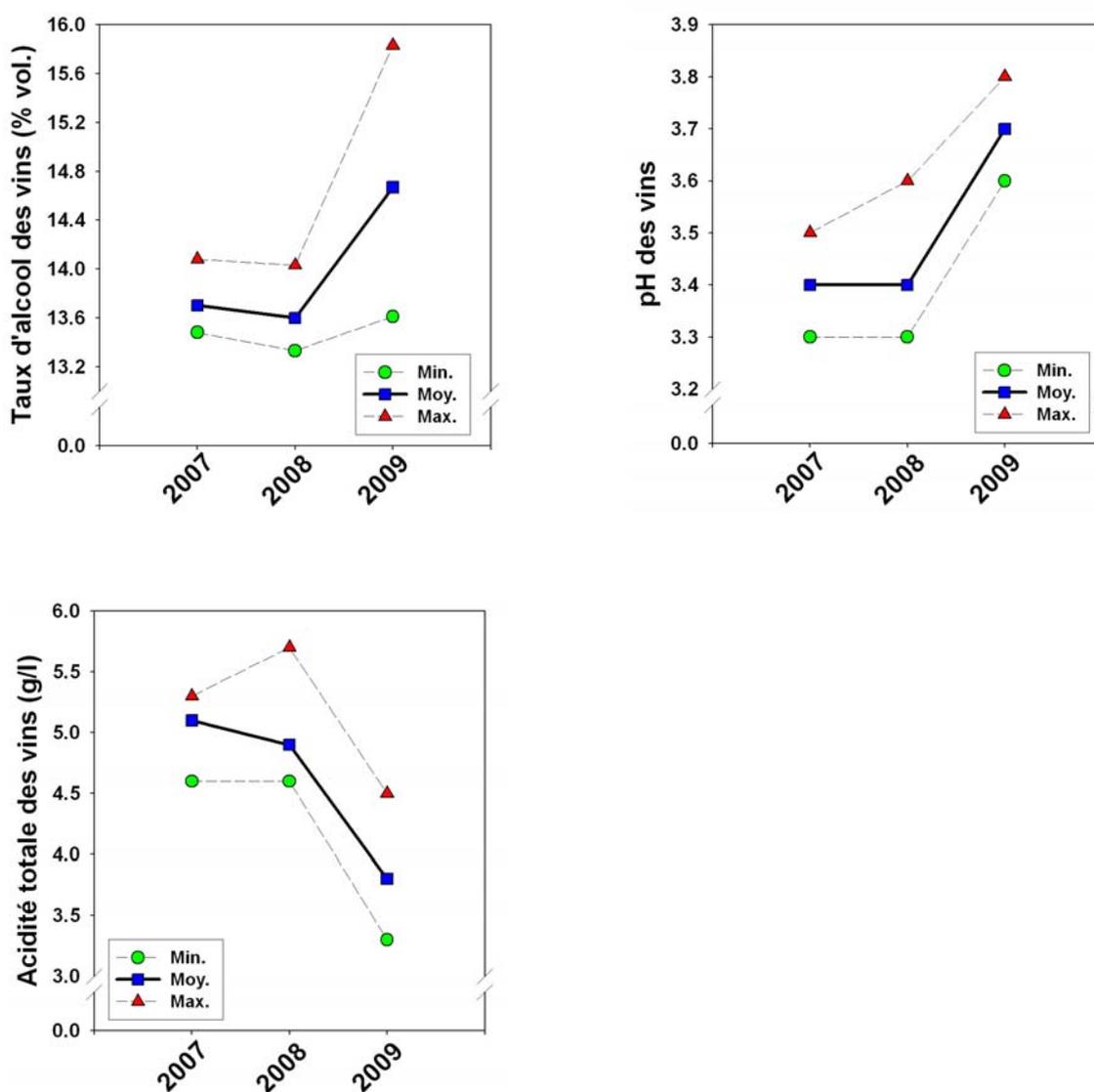


Figure 29 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Pinot gris 2007-2009.

6.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins effectuées par le panel d'ACW montrent que le millésime 2009 a été qualifié par un peu moins de complexité au nez et surtout plus de gras en bouche. Les vins du millésime 2008 ont principalement été marqués par de l'astringence en bouche (fig. 30). Globalement, les vins du millésime 2007 ont été mieux appréciés.

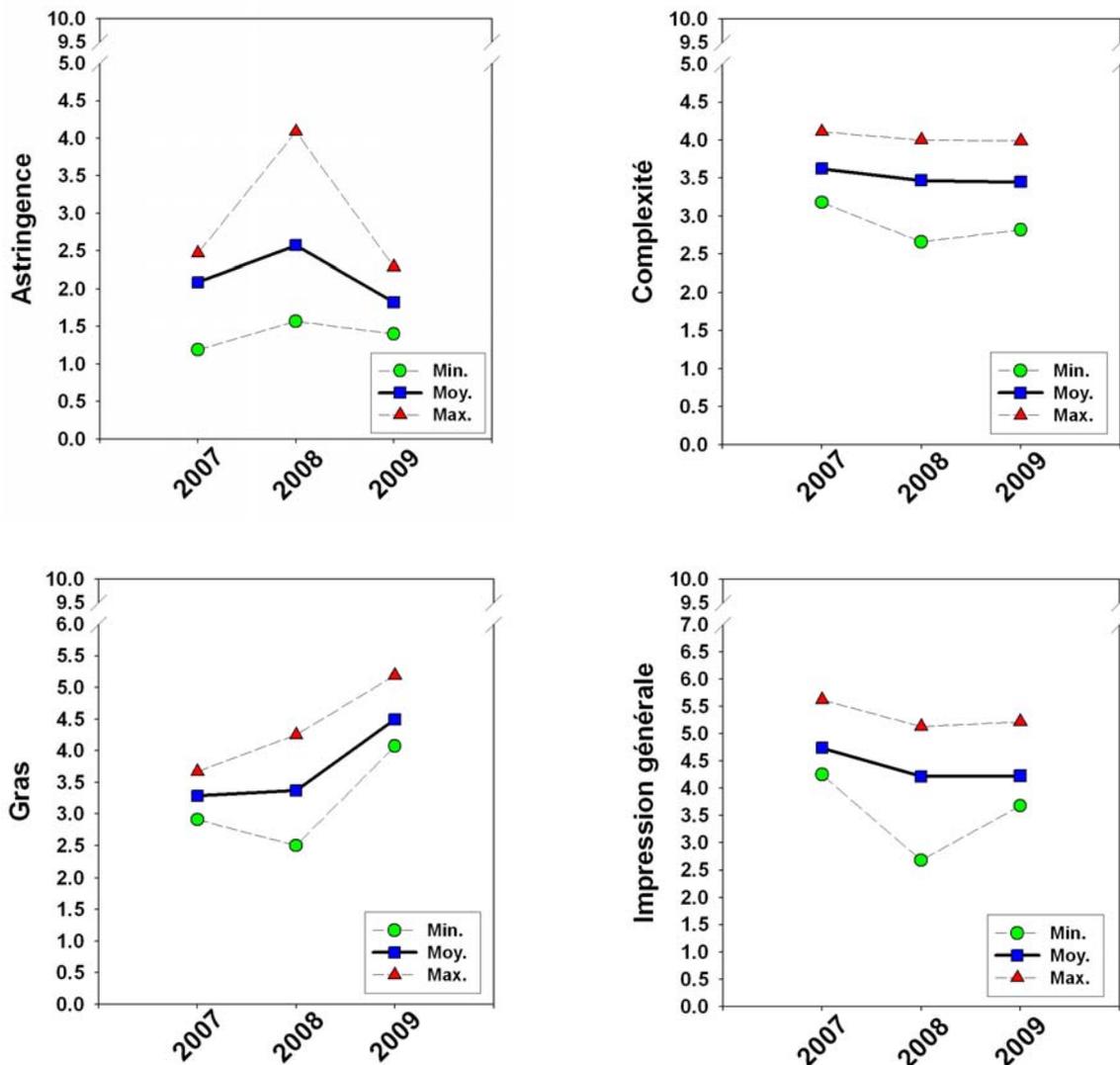


Figure 30 : Résultats des notations (0-10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Pinot gris 2007-2009.

6.4 Facteurs explicatifs

6.4.1 Le régime hydrique

Bien que la contrainte hydrique (ΔC^{13}) a influencé le poids des baies en 2009, elle n'a généralement pas été un facteur d'influence sur la qualité finale des vins.

6.4.2 L'alimentation azotée

Indice de formol

La détermination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable (acides aminés + ammonium) par les levures lors de la fermentation alcoolique. L'alimentation azotée, mesurée à travers l'indice de formol, a exercé une influence sur les caractéristiques organoleptiques des vins de Pinot gris. En effet, l'indice de formol est apparu positivement corrélé avec le fruité et l'appréciation globale des vins (fig. 31).

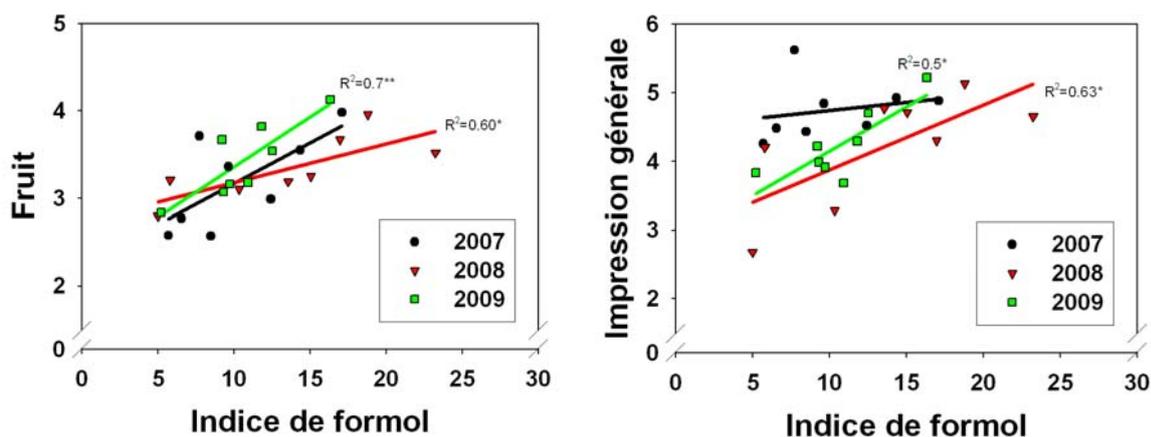


Figure 31 : Relation entre l'indice de formol et les variables sensorielles (notes de 0 à 10). Significativité du coefficient de détermination R^2 : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Pinot gris 2007-2009.

Illustration de comportements parcelaires

L'exemple suivant illustre le rôle de l'alimentation azotée dans l'effet terroir. Deux parcelles ont été choisies et leurs données moyennes au cours des trois millésimes sont représentées dans le tableau 10. Les vins de la parcelle 338 ont toujours affiché les indices de formol (IF) les plus hauts au cours des trois ans et ceux de la parcelle 324, les plus bas. On observe encore que les acidités totales et maliques ont été plus élevées pour les vins de la parcelle 338.

Parcelles	Kg/m ²	°Oe	pH	Ac. Tot [g/l]	Ac. Mal [g/l]	IF	Poids de la baie
324	1.00	99.0	3.3	6.8	2.8	9.0	1.42
338	0.85	100.1	3.4	8.4	4.3	24.6	1.57

Tableau 10 : Données moyennes des paramètres viticoles et chimiques en moût pour deux parcelles. Pinot gris 2007-2009.

Sur la figure 32, les profils moyens des vins des deux mêmes parcelles sont représentés. La parcelle 324 a un profil moins qualitatif (faible complexité, acidité, amertume) et a été peu appréciée tandis que la parcelle 338 a un meilleur profil (complexité, gras, structure, équilibre) et a été bien appréciée.

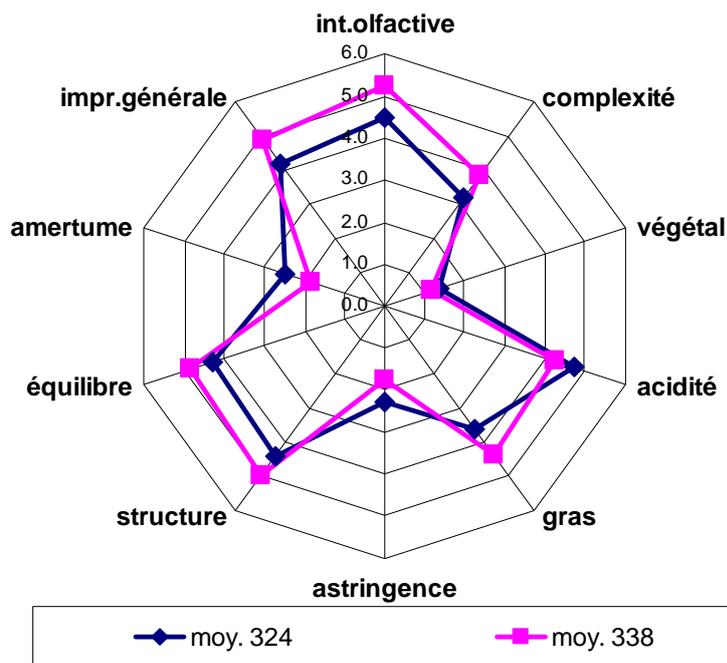


Figure 32 : Profils sensoriels de deux vins (note de 0 à 10). Pinot gris 2007-2009.

6.4.3 Le millésime

La figure 33 permet de caractériser d'une façon générale l'effet du millésime sur les vins au cours des trois ans d'étude. Globalement, les profils sensoriels des vins sont assez similaires d'une année à l'autre et les vins du millésime 2007 ont reçu une meilleure note d'appréciation générale. L'influence du millésime 2009 s'est exprimée par une plus forte sensation de gras dans les vins, moins d'acidité et moins d'astringence. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

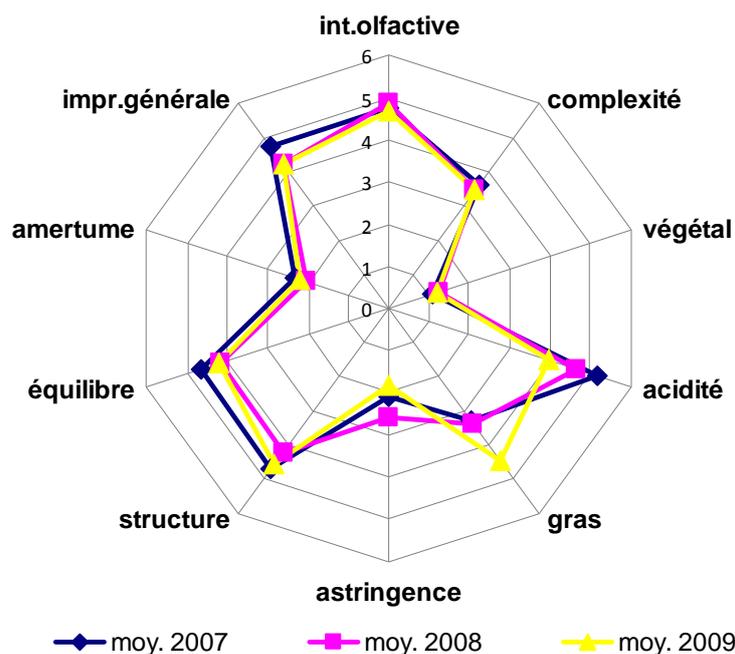


Figure 33 : Moyennes des notations (0-10) pour chaque millésime. Pinot gris 2007-2009.

6.4.4 Autres considérations

Aucune relation claire n'a été observée pour le Pinot gris entre la précocité phénologique, l'indice climatique et la qualité des vins.

6.5 Conclusions

Effet millésime

- Durant les trois années d'étude, l'effet millésime sur la qualité des vins de Pinot gris a été peu marqué.

Effet site

L'alimentation hydrique

- La contrainte hydrique n'a pas été un facteur d'influence pour le Pinot gris au cours des trois millésimes étudiés.

L'alimentation azotée

- Une alimentation azotée déficiente a influencé négativement la qualité finale des vins.

Il n'y a pas eu d'influence notable du type de sol, de la profondeur d'enracinement, de la précocité phénologique ou de l'indice climatique sur les caractéristiques sensorielles des vins.

7 Gamaret

7.1 Fiche cépage

A. Origine

Cépage obtenu à Agroscope Changins-Wädenswil ACW en 1970, à partir d'un croisement entre Gamay et Reichensteiner.



B. Phénologie

Débourrement précoce à moyen; maturité: 1^{ère} époque. Les raisins de Gamaret peuvent rester cependant longtemps sur souche grâce à sa résistance à la pourriture grise.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen des baies à la vendange: 1,4 g - 1,6 g.
 - grappes: moyennes et lâches.
 - niveau de production: faible.
- *Teneur en sucres des moûts*: élevée (90-100 Oe).
- *Acidité totale des moûts*: moyenne (6-7 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: très résistant à la pourriture grise, sensible aux maladies du bois (Esca), au bois noir et aux jaunisses de la vigne. Des situations climatiques défavorables peuvent également entraîner de la coulure. Le Gamaret semble produire des baies de très petites tailles en zones séchardes.

D. Potentiel œnologique

- Vin très coloré, corsé et riche en tanins de bonne qualité. Le bouquet est complexe et marqué par des notes de fruits et d'épices.
- Une maturation prolongée des raisins sur souche améliore la qualité globale des vins (plus de structure, de complexité et une meilleure qualité des tanins).

- Le Gamaret peut être vinifié avec succès en assemblage ou vin de cépage. Il convient particulièrement bien à l'élaboration de vins de garde élevés en barrique.
- Les vins issus de moûts fortement carencés en composés azotés présentent généralement des tanins de moindre qualité (tanins secs et durs).

E. Adaptation aux terroirs

- *Sols de prédilection:* le Gamaret s'adapte à une très large palette de sols. Une certaine contrainte hydrique à la vigne (sites installés sur des sols à réserve utile faible à moyenne lors de millésimes secs) est néanmoins favorable à la qualité des vins de Gamaret (intensité colorante, arômes et qualité des tanins).
- *Exigences climatiques:* le Gamaret est très bien adapté aux différentes conditions climatiques du vignoble vaudois. De plus, les différences qualitatives au niveau des vins sont peu marquées entre les millésimes.

F. Remarques générales

Le Gamaret est un cépage au large potentiel d'adaptation. D'autre part, sa résistance à la pourriture permet de retarder la date de vendange et ainsi d'améliorer la qualité des vins. Toutefois, lors de fortes carences azotées des moûts, des notes d'astringence et des tanins peu qualitatifs peuvent apparaître dans les vins. Dans des zones sensibles, par exemple sur des sols qui limitent l'enracinement de la vigne (exemple: marnes et moraines de fond), la gestion de l'alimentation azotée de la vigne doit être bien maîtrisée.

7.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 11)

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols** (RU). Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 11).

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Moraines caillouteuses			209
Moraines de fond	222, 301	341	315, 316, 303
Autres moraines	101, 406, 402		204, 328, 223
Molasses sablo-gréseuses (chien)			416
Marnes / Molasse à bancs de marne			401, 216
Peyrosols	109, 327, 302, 118, 113,	350, 349	
Colluviosols			407, 356

Tableau 11 : Répartition des parcelles de Gamaret (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

7.3 Résultats principaux

7.3.1 Paramètres viticoles

Les rendements ont été régulés sur l'ensemble des parcelles (fig. 34). Durant les trois ans, le rendement moyen a été de 900 g/m². Celui-ci correspondait à l'objectif visé afin d'assurer une bonne maturité. Une estimation de rendement a été menée pour chaque parcelle à mi-juillet et un éclaircissage a été réalisé si nécessaire.

En 2008, le poids moyen de la baie à la vendange était légèrement supérieur aux deux autres millésimes.

Les teneurs moyennes en azote foliaire ont varié suivant les millésimes: 2007<2008<2009. Les valeurs observées lors de la saison 2007 ont été les plus basses. En effet, une sénescence précoce (jaunissement des feuilles) de la vigne a été observée en août 2007, ceci a très probablement été la cause du niveau généralement faible de la teneur en azote foliaire constatée durant la saison 2007. Cette observation peut être expliquée en partie par le climat estival particulier de 2007 où les précipitations ont été importantes et l'ensoleillement plus faible. Cette observation a été confirmée par d'autres indicateurs (indice chlorophyllien). Pour chaque millésime, la variation de la teneur en azote foliaire était relativement importante parmi les 25 parcelles du réseau. Les parcelles avec l'alimentation azotée la plus élevée présentaient environ 1,7 fois plus d'azote foliaire par rapport aux parcelles avec l'alimentation azotée la plus faible.

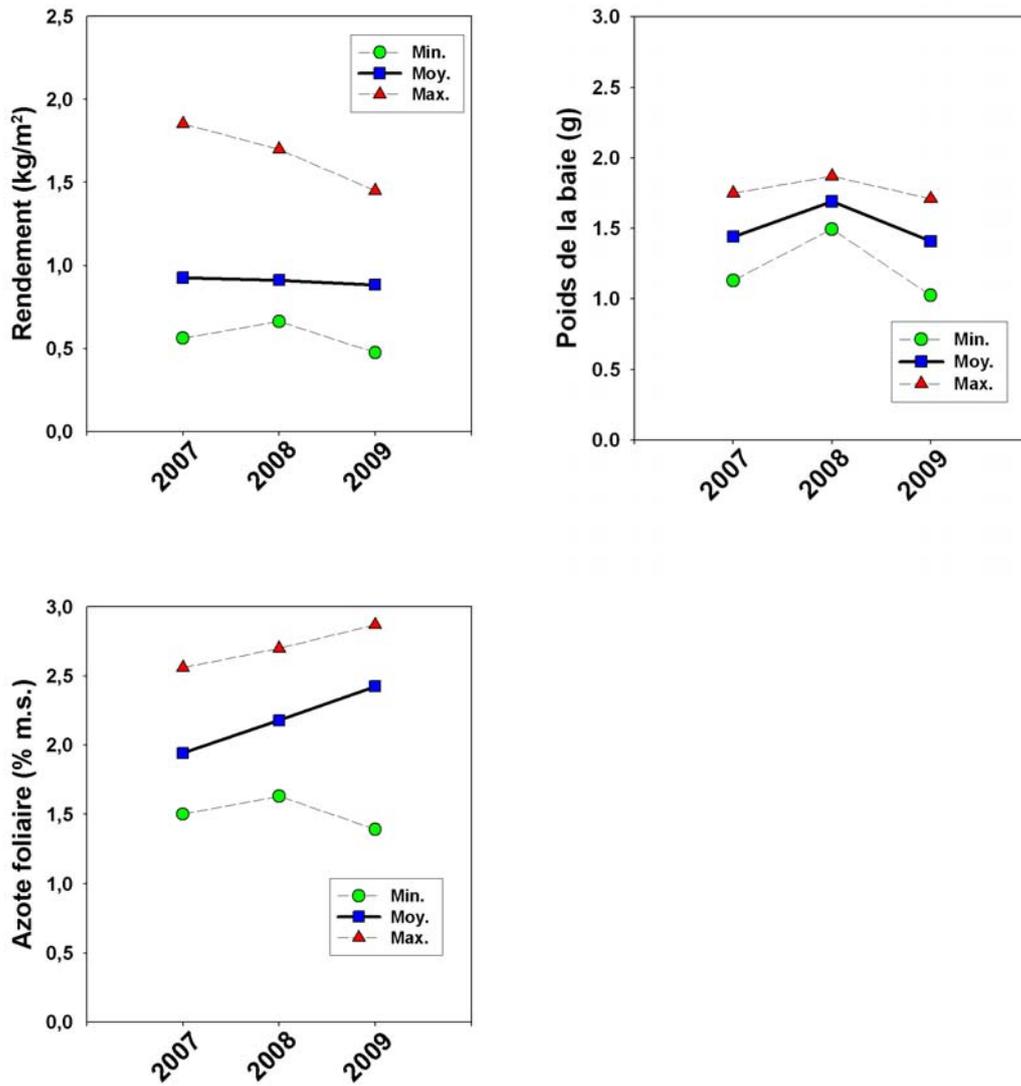


Figure 34 : Rendement, poids de la baie à la vendange et teneur en azote des feuilles à la véraison. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Gamaret. 2007-2009.

7.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres élevées et que le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales plus élevées (fig. 35). D'une manière générale, les valeurs des indices de formol ont varié entre les trois millésimes, le millésime 2008 ayant montré des valeurs supérieures.

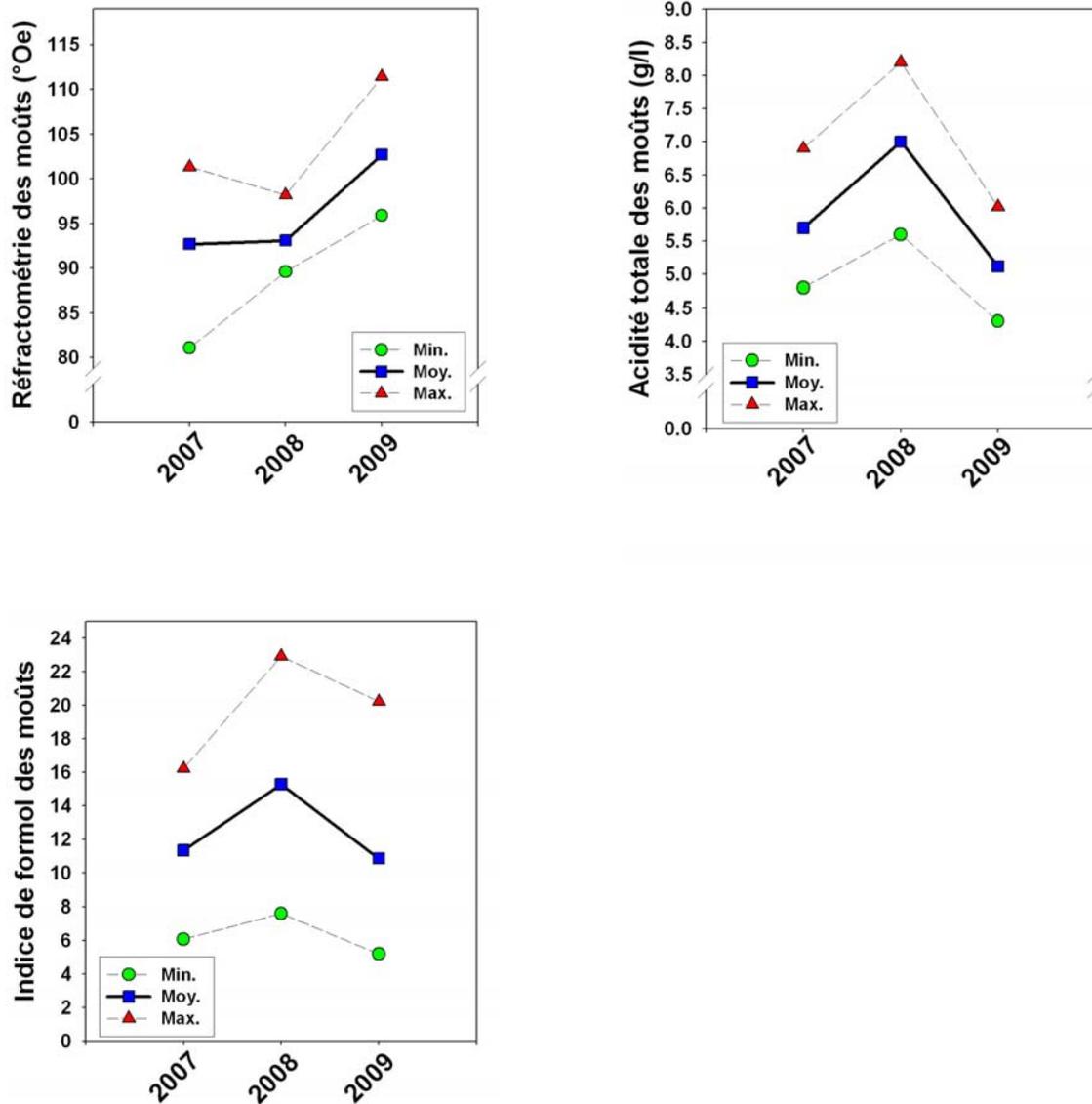


Figure 35 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Gamaret 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool nettement supérieurs aux deux autres millésimes (fig. 36). Il n'y a pas eu de variations très significatives des valeurs de pH et d'acidité totale entre les millésimes. Le millésime 2008 a présenté une moins grande maturité phénolique que les millésimes 2007 et 2009. Les valeurs d'anthocyanes n'ont pas présenté de variations très marquées.

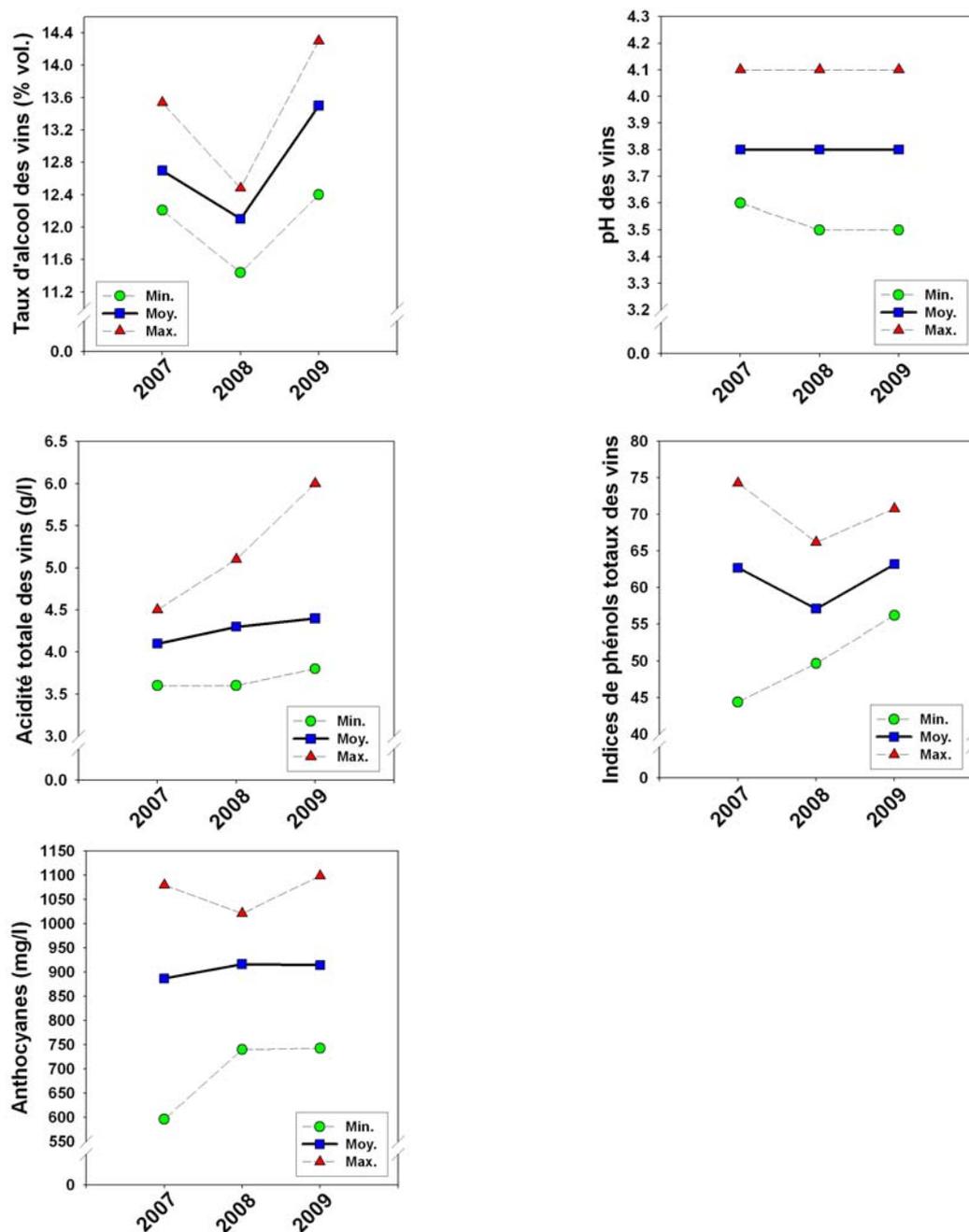


Figure 36 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Gamaret 2007-2009.

7.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins par le panel d'ACW montrent que le millésime 2008 (fig. 37) a été caractérisé par des tanins charpentés et peu de tanins secs. Le millésime 2009 a été qualifié par des caractères peu complexes au nez, des tanins plus secs qu'en 2007 et 2008, mais également plus charpentés. Il a été caractérisé plus astringent et avec moins d'équilibre par rapport à 2007 et 2008, ce qui explique les notes d'impression générale plus faibles. Ceci provient du fait que les durées de fermentation ont été plus grandes en 2009 et que l'extraction des tanins a également été plus importante. De plus, les taux d'alcool plus élevés de 2009 ont pu déséquilibrer les vins. On remarque encore que les notes pour l'impression générale en 2009 varient beaucoup avec des vins qui ont été très dépréciés ou au contraire des vins qui ont été très appréciés.

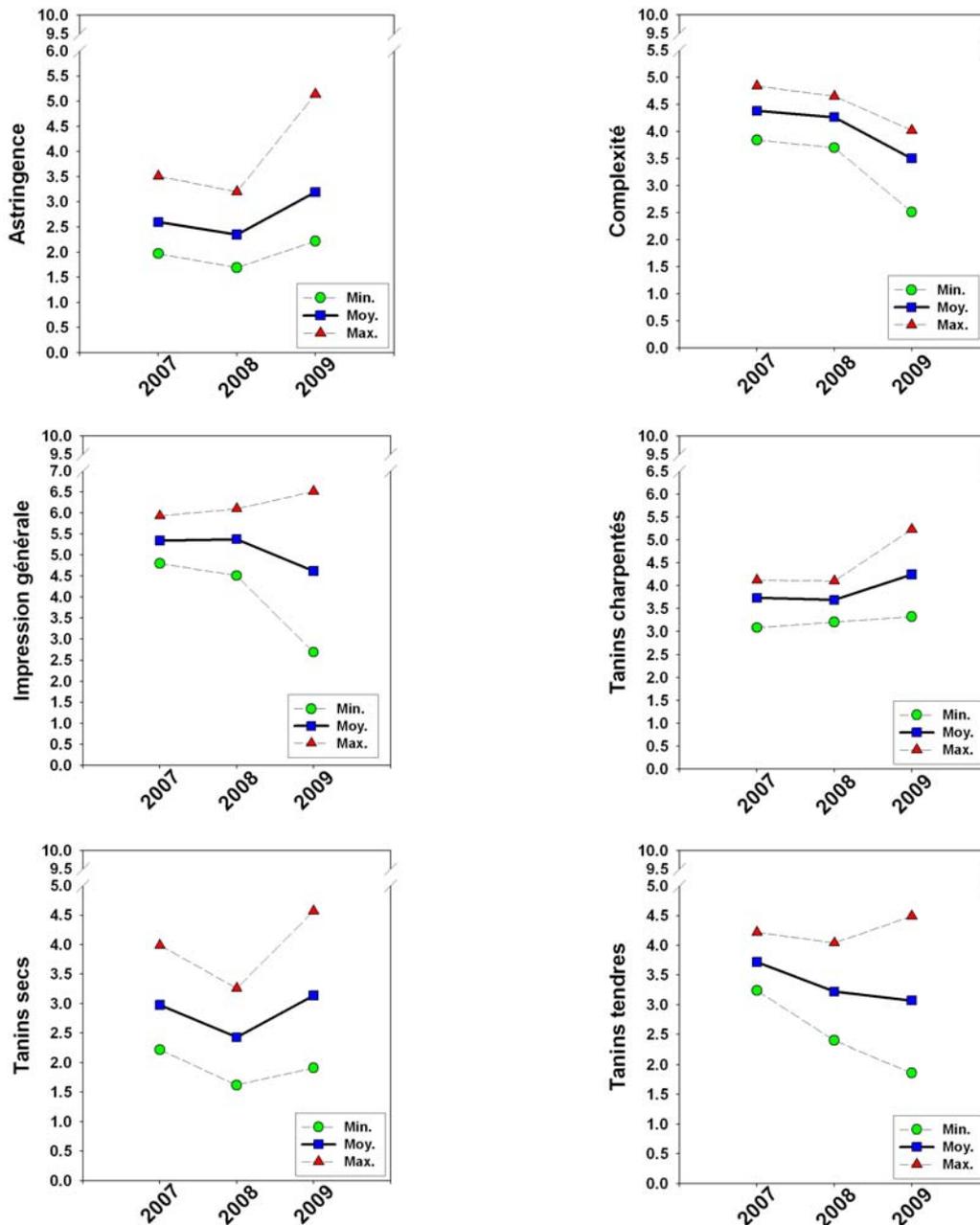


Figure 37 : Résultats des notations. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Gamaret 2007-2009.

7.4 Facteurs explicatifs

7.4.1 Le régime hydrique

Des études de caractérisation des terroirs viticoles tendent à montrer l'influence prépondérante des conditions d'alimentation en eau sur le comportement de la vigne et la qualité des raisins et des vins. L'alimentation hydrique de la vigne a donc été mesurée durant les saisons 2007 à 2009.

Durant les millésimes 2007 et 2008 elle n'a pas été limitante en raison des précipitations estivales abondantes. Par contre, le millésime 2009, suite à un été sec et chaud, a vu l'apparition d'une contrainte hydrique modérée à forte uniquement sur les parcelles installées sur des réserves utiles faibles (fig. 38). Pour ce même millésime, les parcelles situées sur des réserves utiles plus importantes n'ont pas subi de contrainte hydrique. L'alimentation hydrique a fortement influencé le poids de la baie. Sur les parcelles ayant subi le stress hydrique le plus fort, nous avons observé une réduction du poids de la baie de 40 %. L'étude de la relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (mesurée par le Delta C¹³) et le poids de la baie à la vendange confirme l'effet majeur de celle-ci sur le développement des baies (fig. 38). Par contre, nous n'avons pas observé de relation entre l'alimentation hydrique et la teneur en sucres ou l'acidité des moûts à la vendange.

Dans le cas de parcelles où le stress hydrique a été sévère en 2009, un blocage de la maturation a été observé, ce qui a influencé négativement l'accumulation des sucres dans les baies. De plus, ce fort stress hydrique a eu pour conséquence de concentrer l'azote des baies et d'élever ainsi fortement l'indice de formol.

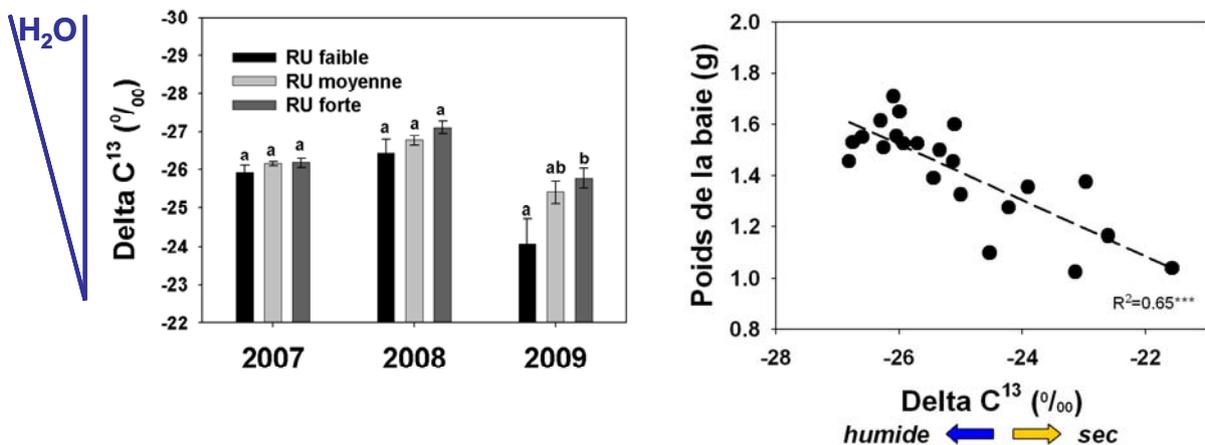


Figure 38 : Rapport isotopique du carbone (Delta C¹³) dans les sucres des moûts à la vendange pour les saisons 2007-2009 par rapport aux différentes réserves utiles (RU). Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (Delta C¹³) et le poids de la baie aux vendanges. Gamaret. 2009.

A l'exception de l'intensité colorante (fig. 40), le régime hydrique de la vigne n'a que faiblement influencé les paramètres des vins. Néanmoins, une tendance positive de la contrainte hydrique sur la qualité des vins a été observée. Les notations des descripteurs olfactifs comme complexité et fruité ainsi qu'un descripteur gustatif comme tanins tendres ont tendance à augmenter lorsque les vins sont issus de vignes ayant subi un stress hydrique.

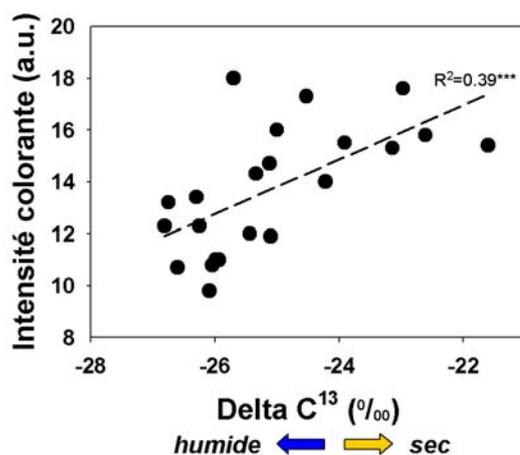


Figure 39 : Relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (ΔC^{13}) et l'intensité colorante du vin. 2009. Gamaret.

7.4.2 L'alimentation azotée

Indice de formol

La détermination de l'indice de formol des moûts (nombre sans dimension) permet d'estimer la quantité d'azote assimilable par les levures lors de la fermentation alcoolique. La relation entre cet indice de formol et la surface foliaire totale par souche de certaines parcelles à La Côte est présentée à la figure 40. En général, les parcelles ayant une faible surface foliaire totale ont présenté des moûts avec une plus faible teneur en azote. Ainsi, les vignes ayant une vigueur plus faible ont produit des moûts plus pauvres en azote.

L'indice de formol a joué un rôle important sur la qualité organoleptique des vins (fig. 41). Au cours des trois années d'étude, l'indice de formol est apparu négativement corrélé aux descripteurs végétal et astringence et positivement corrélé avec le descripteur tanins tendres (résultats non présentés). Les vins présentant des valeurs d'indice de formol élevées ont généralement été bien appréciés par le panel. D'autres relations significatives de ce paramètre ont été observées principalement pour les descripteurs sensoriels suivants : fruité, acidité, tanins secs, structure, équilibre et persistance. L'indice de formol est également apparu positivement corrélé au pH et négativement corrélé à l'acidité totale et au glycérol.

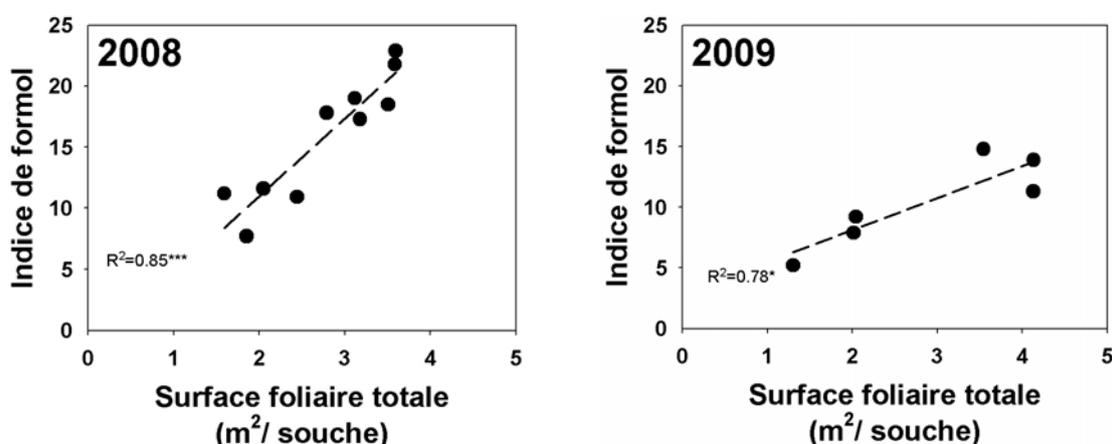


Figure 40 : Relation entre indice de formol des moûts et la surface foliaire totale. Gamaret. 2008-2009.

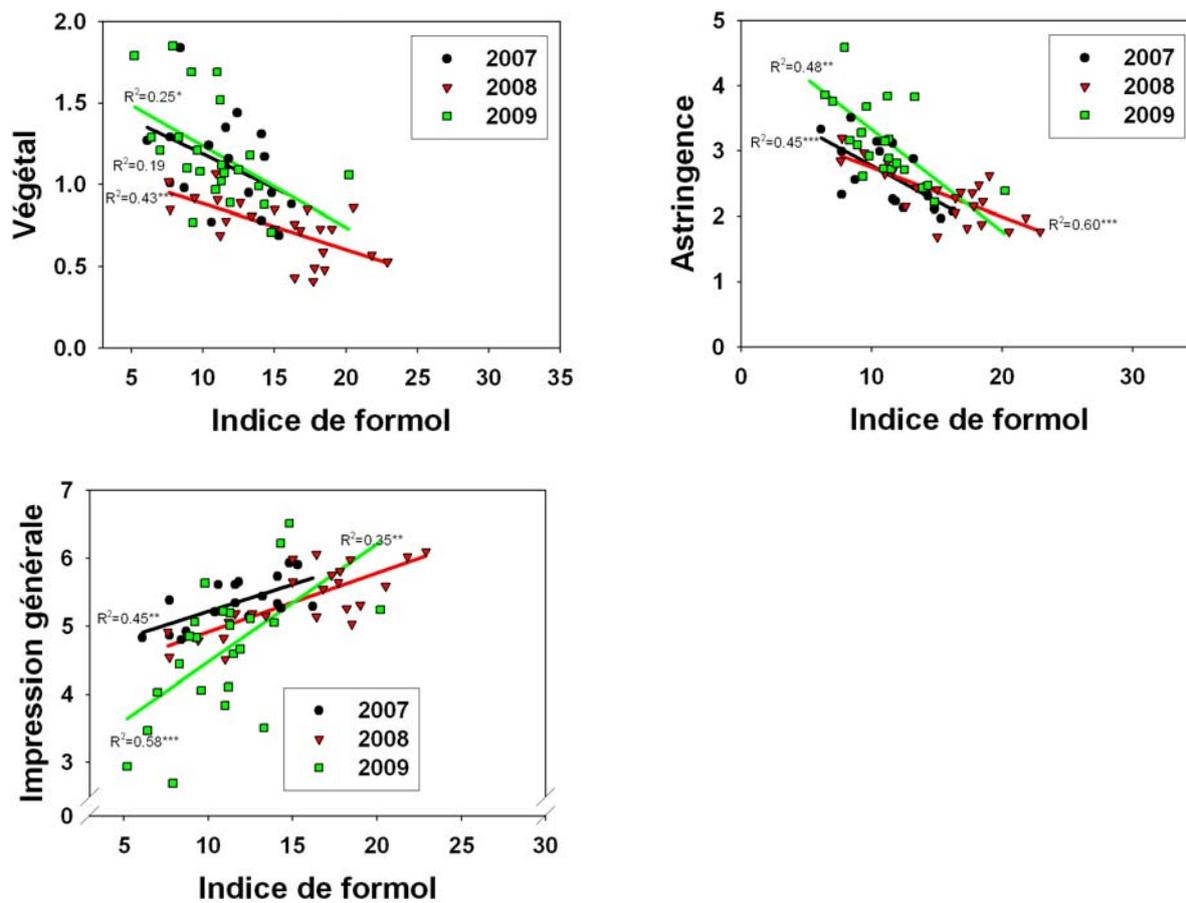


Figure 41 : Relation entre l'indice de formol et les variables sensorielles (notes de 0 à 10). Significativité du coefficient de détermination R^2 : $*p<0.05$, $**p<0.01$, $***p<0.001$. Gamaret 2007-2009.

Illustration de comportements parcelaires

Dans le tableau 12, quatre parcelles sont représentées selon leurs données moyennes au cours des trois millésimes. Les parcelles 118 et 315 ont une acidité malique et un indice de formol (IF) plus faibles que les parcelles 328 et 407.

	°Oe	pH	Ac. Tot [g/l]	Ac. Mal [g/l]	IF
118	97.3	3.3	5.4	2.2	6.7
315	99.6	3.4	6.2	2.2	8.8
328	99.9	3.5	6.1	3.5	17.1
407	96.5	3.4	6.8	3.2	12.7

Tableau 12 : Données moyennes des paramètres chimiques en moût pour quatre parcelles. Gamaret 2007-2009.

Sur la figure 42, les profils moyens au cours des trois millésimes des quatre mêmes parcelles sont représentés. Les parcelles 118 et 315 ont des profils peu qualitatifs (astringence, tanins secs, faible équilibre) et ont été peu appréciées tandis que les parcelles 328 et 407 ont des profils qualitatifs (complexité, tanins tendres, équilibre) et ont été appréciées. En vue d'identifier les éventuels facteurs

explicatifs des différences sensorielles des vins, on considère les paramètres viticoles à la figure 44. L'indice de formol apparaît être le paramètre le plus marquant entre ces quatre parcelles. En effet, les valeurs d'indice de formol des parcelles 315 et 118 ont été de 30% inférieures à la moyenne des 25 parcelles de Gamaret. Quant à la vigueur et au rendement, seule la parcelle 328 se différencie (+30%), alors que les trois autres ont montré une vigueur et un rendement similaire. Ainsi, on remarque que le niveau d'azote des raisins est le facteur majeur pour expliquer les différences constatées lors de l'analyse sensorielle des vins. Ni la maturité à la vendange ($^{\circ}\text{Oe}$ et acidité totale), ni le rendement, ni la précocité à la véraison (teneur en acide malique lors du 1^{er} contrôle de maturité) ne permettent d'expliquer les différences sensorielles des vins observés à la figure 43. Il apparaît donc que l'alimentation azotée de la vigne a joué un rôle fondamental dans l'obtention de vins aux caractéristiques sensorielles positives. Le profil en quelque sorte « idéal » serait celui de la parcelle 407, c'est-à-dire correctement pourvue en azote et pas trop de vigueur.

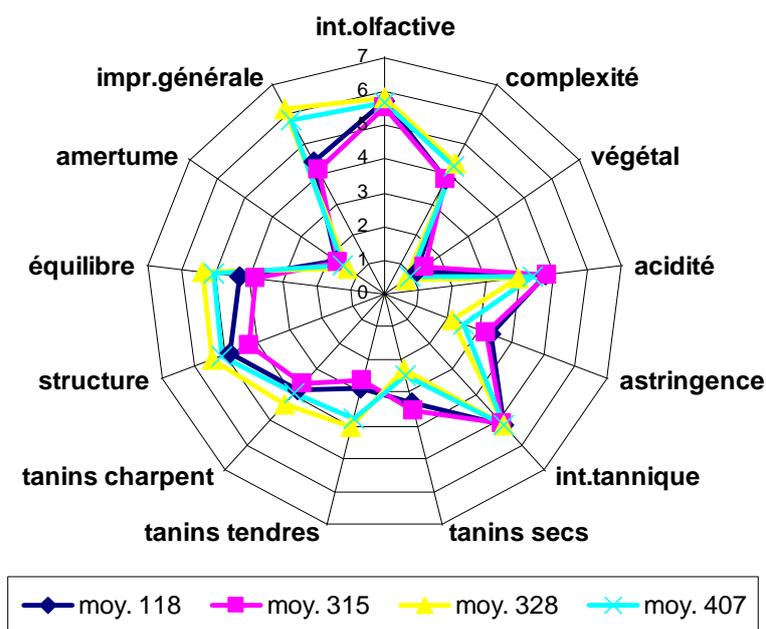


Figure 42 : Profils moyens des trois millésimes pour quatre parcelles. Gamaret 2007-2009.

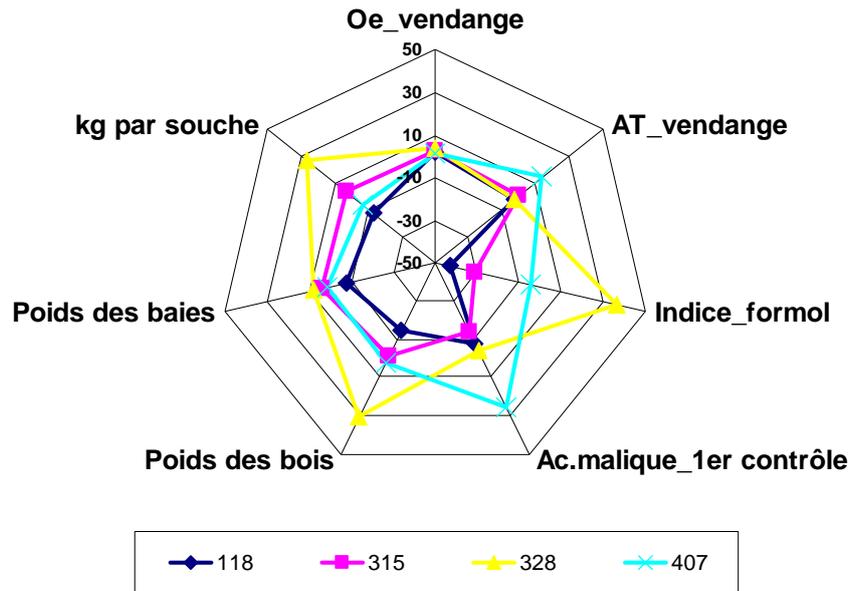


Figure 43 : Paramètres viticoles exprimés en % par rapport à la moyenne des 25 parcelles (fixée à 0 sur cette figure) pour quatre parcelles. Oe et AT représentent respectivement la teneur en sucres et l'acidité totale. Gamaret, moyennes 2007-2009.

Influence du type de sol

Sur l'ensemble des trois millésimes étudiés, les colluviosols et autres moraines ont été les sols qui ont présenté les valeurs d'indice de formol les plus élevées (fig. 44). Les marnes et les moraines de fond ont affiché les valeurs les plus basses d'indice de formol. Sur le plan sensoriel, d'une manière générale, les colluviosols et autres moraines, qui ont des valeurs d'indice de formol élevées, ont été perçus avec une meilleure qualité, c'est-à-dire avec plus de complexité et de structure que les autres sols.

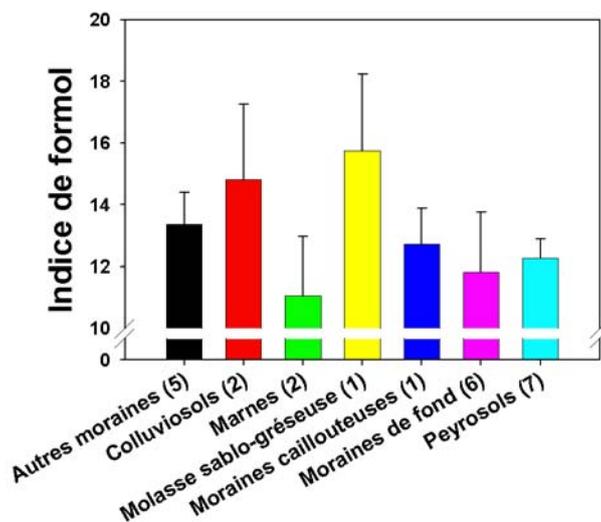


Figure 44 : Moyennes des indices de formol des essais appartenant à chaque type de sol sur les trois millésimes. Barres verticales : erreur standard. Le nombre de parcelles appartenant à chaque catégorie est indiqué entre parenthèses. Gamaret. 2007-2009.

7.4.3 Le millésime

La figure 45 permet de caractériser d'une façon générale l'effet du millésime sur les vins de Gamaret au cours des trois ans d'étude. Le millésime 2007 a été caractérisé par des tanins tendres. Le millésime 2008 a été plus contrasté et montre plus d'acidité en bouche mais peu d'astringence et peu de tanins secs. Le millésime 2009 a été caractérisé par une plus faible complexité, de l'astringence, de l'intensité tannique, des tanins secs mais également charpentés et un plus faible équilibre. Il a été moins apprécié que les millésimes 2007 et 2008. Ces observations s'expliquent par le fait que 2009 a été riche en sucres et donc en alcool dans les vins. Les durées de fermentation ont été plus longues et par conséquent ont influencé l'extraction des tanins dans les vins. Les vins sont donc plus astringents et un peu moins bien équilibrés que les autres millésimes. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plutôt comme des valeurs relatives qu'absolues.

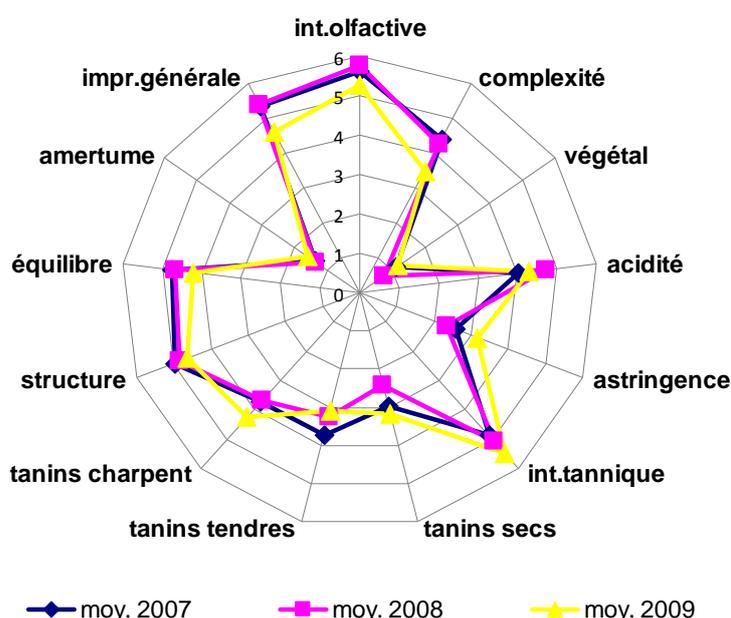


Figure 45 : Moyennes des notations pour chaque millésime. Gamaret 2007-2009.

Illustration de comportements parcelaires

Ci-dessous deux parcelles ont été choisies, les parcelles 315 et 328 qui se sont différenciées par rapport à l'effet millésime (fig. 46). En effet, pour la 328 l'effet millésime a été très faible car son profil sensoriel a été relativement constant lors des trois années. Au contraire, l'effet millésime a été important pour la parcelle 315, son profil sensoriel en 2009 a été très différent en comparaison de 2007 et 2008. L'alimentation azotée a certainement été le facteur explicatif du comportement parcelaire vis-à-vis de l'effet millésime. En effet, lors d'un millésime avec une forte maturité comme 2009, la durée de fermentation pour la parcelle 315 a fortement augmenté (2008: 8 jours -> 2009: 16 jours), probablement dû à l'effet conjoint du peu d'azote assimilable à disposition des levures (IF= 6.2) et de la forte maturité du millésime (richesse en sucres). Ceci a certainement augmenté l'extraction de tanins peu qualitatifs et s'est répercuté sur le profil sensoriel du vin comme on peut le remarquer sur la figure 46 avec des descripteurs comme astringence et tanins secs qui ont été jugés élevés pour le millésime 2009. Au contraire, pour la parcelle 328 qui était bien alimentée en azote (IF= 12), la durée de fermentation lors du millésime 2009 était de 10 jours et n'a que peu augmenté par rapport au millésime 2008 (8 jours). Ainsi, le bon niveau d'alimentation azotée expliquerait en partie pourquoi le profil sensoriel de la 328 est similaire aux deux millésimes précédents.

La durée de la fermentation alcoolique est dépendante, entre autre, de l'alimentation azotée des moûts (indice de formol) (fig. 47). De plus, comme observé dans l'exemple ci-dessus, l'alimentation

azotée des moûts peut rendre compte des différences au niveau des durées de fermentations entre millésimes (fig. 47).

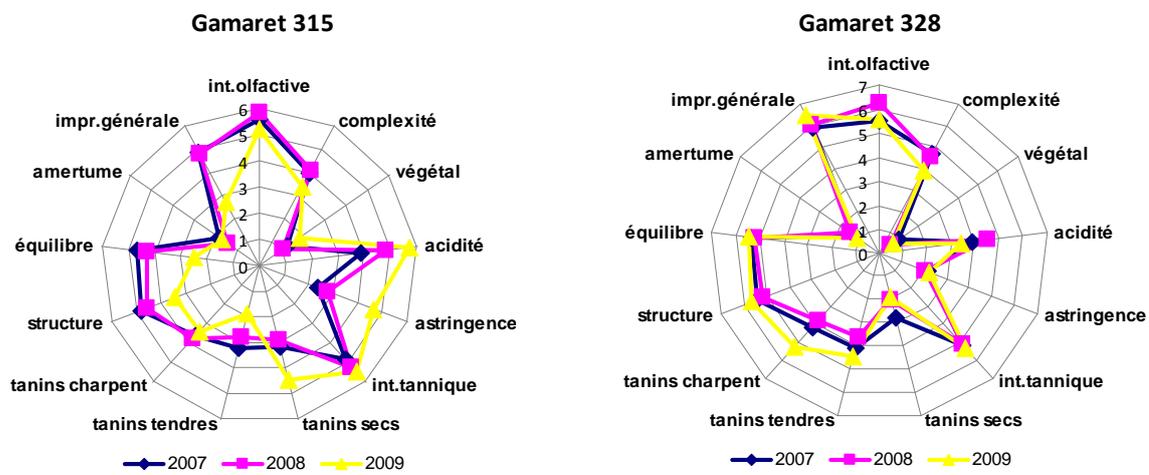


Figure 46 : Comparaison de l'effet millésime pour deux parcelles aux profils sensoriels très différenciés (notes de 0 à 10). Gamaret 2007-2009.

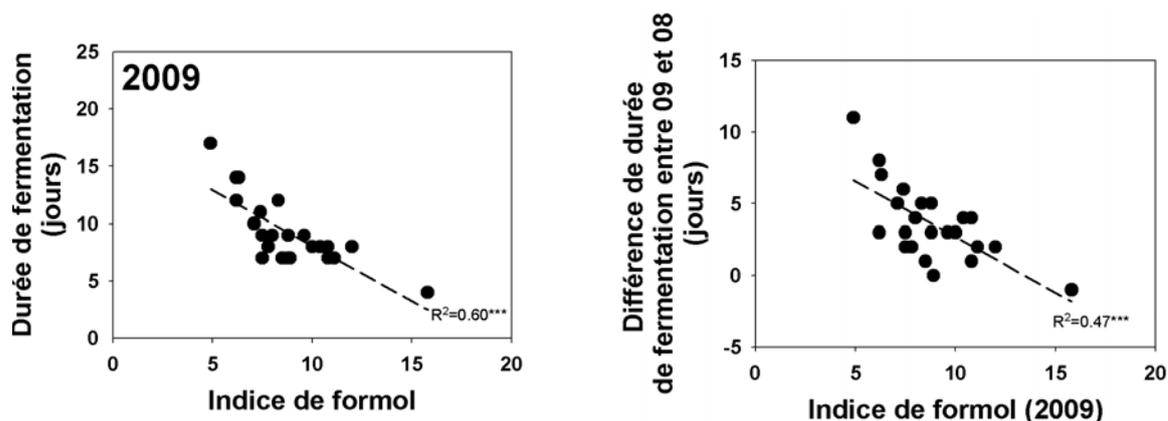


Figure 47 : Influence de l'indice de formol sur la durée de fermentation. Gamaret.

7.4.4 Autres considérations

Rendements

Les parcelles vigoureuses (poids des bois de taille) ont en général présenté des rendements supérieurs et des baies plus grandes. Néanmoins, dans notre étude, aucun descripteur sensoriel des vins n'a pu être mis en relation avec le rendement à la vigne. Ceci est certainement dû au fait que les niveaux de charge, malgré leur variation, ont été bien maîtrisés et qu'ils n'ont pas représenté un facteur limitant pour la qualité des vins.

Influence de la précocité

La précocité à la véraison (évaluée à travers la teneur en acide malique des raisins au premier contrôle de maturité) a influencé l'acidité totale des moûts à la vendange. En effet, les parcelles précoces ont présenté des teneurs en acidité totale plus faibles. De plus, la précocité a été en relation notamment avec l'altitude. Nous n'avons pas observé de relations entre les descripteurs sensoriels des vins et la précocité d'un site.

Influence de la maturité finale

Aucune relation significative n'a été observée entre la teneur en sucres et l'acidité totale des moûts et les analyses chimiques ou sensorielles des vins.

La date de vendange a été déterminée sur la base du suivi de maturité. Nous n'avons pas constaté de relation entre la date de vendange et la qualité sensorielle des vins.

Taux de calcaire des sols

Aucun lien n'a pu être établi entre les profils sensoriels et les analyses chimiques des vins et le taux de calcaire des sols.

Influence de l'indice climatique

L'altitude d'une parcelle a été positivement corrélée avec l'acidité totale des moûts à la vendange et la précocité de la vigne (teneur en acide malique au premier contrôle de maturité) lors des trois saisons. Une légère tendance a également été observée entre l'altitude et la teneur en anthocyanes (pigments responsables de la couleur rouge) des vins. En effet, les parcelles situées à une altitude plus élevée ont eu tendance à produire des vins avec une teneur plus importante en anthocyanes. Pour le reste, aucune relation claire n'a été observée entre l'indice climatique et les analyses chimiques ou sensorielles des vins.

7.5 Conclusions

Effet millésime

- Durant les trois années d'étude, le Gamaret a été peu sensible à l'effet millésime. Il faut néanmoins être attentif aux moûts très riches en sucres (lors de millésimes secs et chauds comme 2009 par exemple) et avec un indice de formol bas, car dans ces conditions, il y a un risque de fermentations languissantes et d'extraction de tanins verts.

Effet site

L'alimentation hydrique

- Le poids de la baie a eu tendance à diminuer en condition de contrainte hydrique forte.
- Les vignes implantées sur des sols avec une RU forte n'ont pas subi les effets d'une restriction en eau.
- Aucune influence de la contrainte hydrique n'a été observée sur la teneur en sucres ou l'acidité totale des moûts.
- Une contrainte hydrique modérée à forte a eu tendance à influencer positivement la qualité des vins.
- L'intensité colorante des vins a augmenté en condition de contrainte hydrique.

L'alimentation azotée

- Une alimentation azotée des moûts déficiente a influencé négativement la qualité des vins. Lors d'un millésime chaud et sec, il faut être attentif aux moûts dont l'alimentation azotée est faible car il y a un risque d'augmentation de la durée de la fermentation et d'extraction de tanins peu qualitatifs.
 - o **Type de sol**
- Les vignes implantées sur les types de sols comme les colluviosols et autres moraines ont généralement présenté une bonne alimentation azotée.
- Les parcelles implantées sur des marnes et des moraines de fond ont présenté une alimentation azotée plutôt faible.
 - o **Profondeur d'enracinement**
- Généralement, une colonisation racinaire restreinte en profondeur a entraîné une faible teneur en azote des moûts.
- A l'inverse, un enracinement important en profondeur a provoqué une alimentation azotée plus importante des raisins.

Autres considérations

- La précocité : les parcelles précoces peuvent présenter des teneurs en acidité totale plus faibles que les parcelles à phénologie tardive. La précocité est en relation avec l'altitude mais aucune influence n'a été observée sur la qualité des vins.
- Indice climatique : plus une parcelle était située en altitude, plus l'acidité totale était élevée et moins cette parcelle a été précoce. De même, les parcelles situées à une altitude plus élevée ont produit des vins avec une plus grande teneur en anthocyanes. Aucune influence de l'altitude sur la qualité des vins n'a été notée.

8 Merlot

8.1 Fiche cépage

A. Origine

Cépage typique de Bordeaux (France), il est issu d'un croisement naturel entre la Magdeleine noire des Charentes et le Cabernet franc. Il a été introduit en Suisse au début du XX^e siècle.



B. Phénologie

Débourrement: moyen à tardif; maturité: 2^{ème} époque.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne à forte.
- *Acrotonie marquée*: croissance irrégulière des rameaux selon leur position sur la branche à fruit.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,6 g - 1,7 g.
 - grappes: allongées, épaulées et moyennement lâches.
 - niveau de production: élevé.
- *Teneur en sucres des moûts*: élevée (85-95 Oe).
- *Acidité totale des moûts*: plutôt faible (4-7 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: sensible à la coulure en conditions climatiques froides. Très sensible au mildiou sur grappes et au botrytis surtout en fin de maturation.

D. Potentiel œnologique

Vin présentant un bouquet complexe (épices, fruits) lorsqu' il est issu de raisins avec une bonne maturité. Par contre, lors de maturité plus faible, les vins peuvent présenter des notes végétales (lierre). En général, les vins sont riches en tanins qui peuvent être tendres et enrobés en condition de maturité optimale.

E. Adaptation aux terroirs

- *Sols de prédilection*: une contrainte hydrique modérée est favorable à la qualité des vins de Merlot. Toutefois, ce cépage est sensible à une forte sécheresse. De plus, dans les terroirs limitant fortement la teneur en azote des raisins, les vins peuvent présenter des tanins plus durs et secs.
- *Exigences climatiques*: les différences qualitatives au niveau des vins sont marquées entre les millésimes. Sur un millésime plus froid (2008), les vins sont moins structurés et avec plus de notes végétales.

F. Remarques générales

Cépage présentant un potentiel certain pour le vignoble vaudois. Il s'adapte bien à différents types de sol. Il donne les meilleurs résultats dans les zones les plus chaudes du vignoble et en année climatiquement favorable.

8.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 13).

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols (RU)**. Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 13).

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Moraines caillouteuses	116, 127, 235,	124, 231	
Moraines de fond			334
Autres moraines	123, 210	126	
Marnes / Molasse à bancs de marne			232
Colluviosols			221, 211

Tableau 13 : Répartition des parcelles de Merlot (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

8.3 Résultats principaux

8.3.1 Paramètres viticoles

Les rendements et le poids de la baie des parcelles de Merlot sont présentés à la figure 48. En moyenne, le poids de la baie n'a pas été influencé par le millésime.

En 2009, les rendements ont été moins bien maîtrisés et en conséquence, certaines parcelles ont eu des rendements plus élevés.

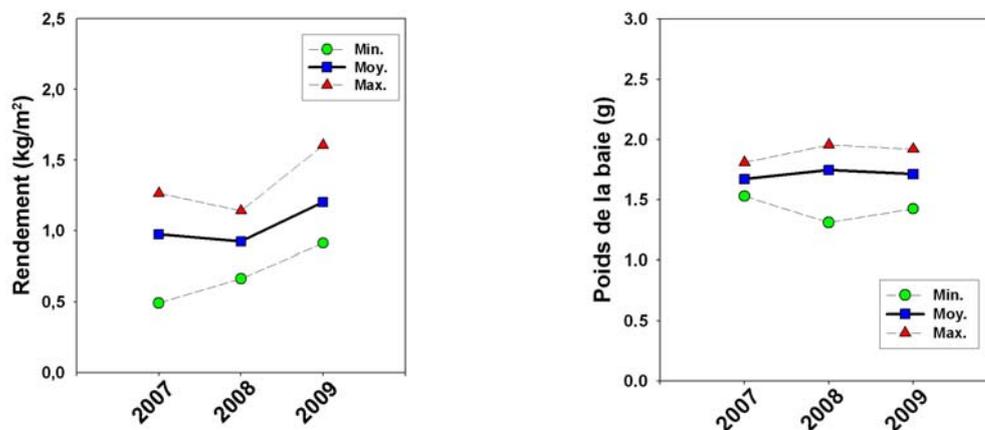


Figure 48 : Rendement, poids de la baie à la vendange. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Merlot 2007-2009.

8.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres élevées et que le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales plus élevées (fig. 49). En 2009, la moyenne des acidités totales a été la plus faible des trois années d'observations. Les valeurs des indices de formol ont peu varié entre les trois millésimes, le millésime 2009 présentant des valeurs légèrement supérieures. Les écarts entre les parcelles ont été importants, particulièrement en 2009.

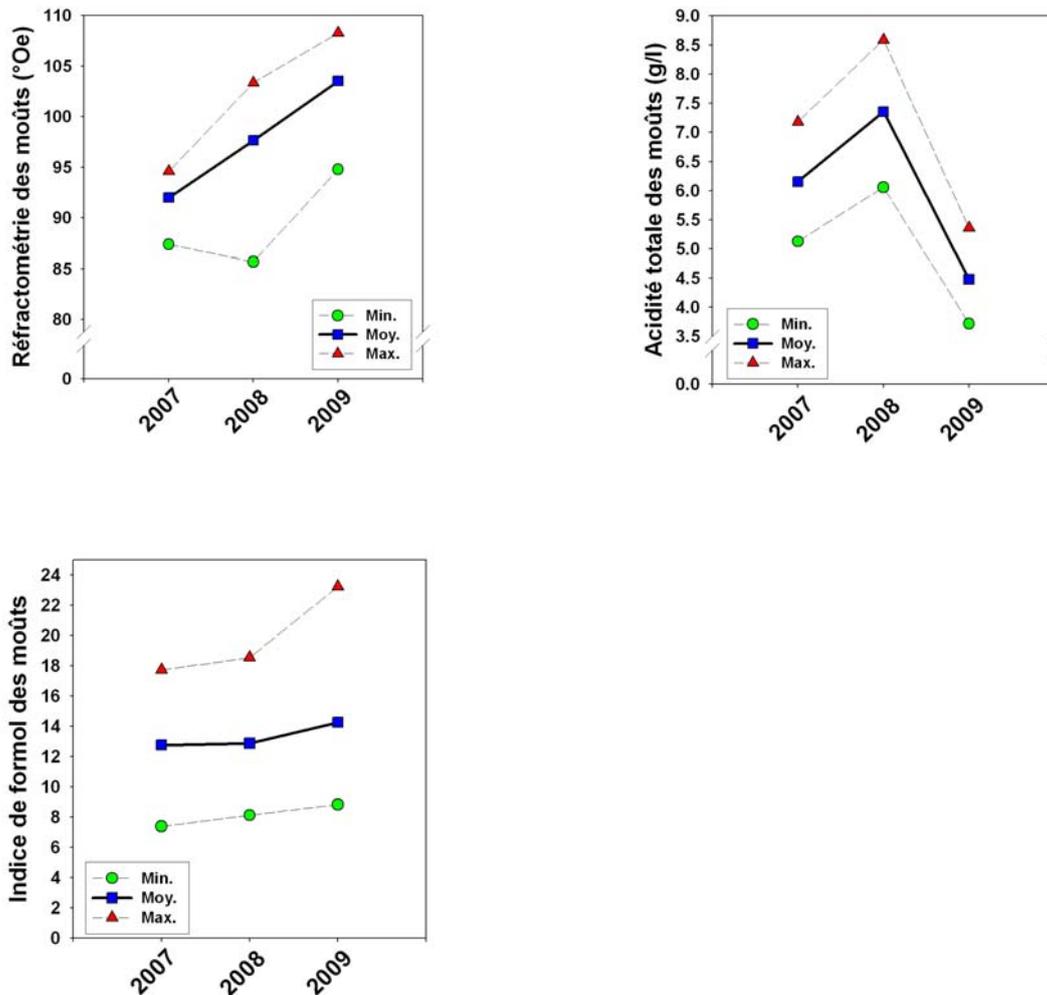


Figure 49 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Merlot 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool nettement supérieurs aux deux autres millésimes (fig. 50). Les valeurs moyennes d'acidité totale et de pH en vin ont nettement varié entre les années ce qui fait du Merlot un cépage sensible à l'effet millésime pour ces paramètres. Le millésime 2008 a présenté une moins grande maturité phénolique que les millésimes 2007 et 2009. Les valeurs d'anthocyanes plus élevées en 2009 s'expliquent par une meilleure maturité, ce qui a pour conséquence de rendre les composés phénoliques plus extractibles.

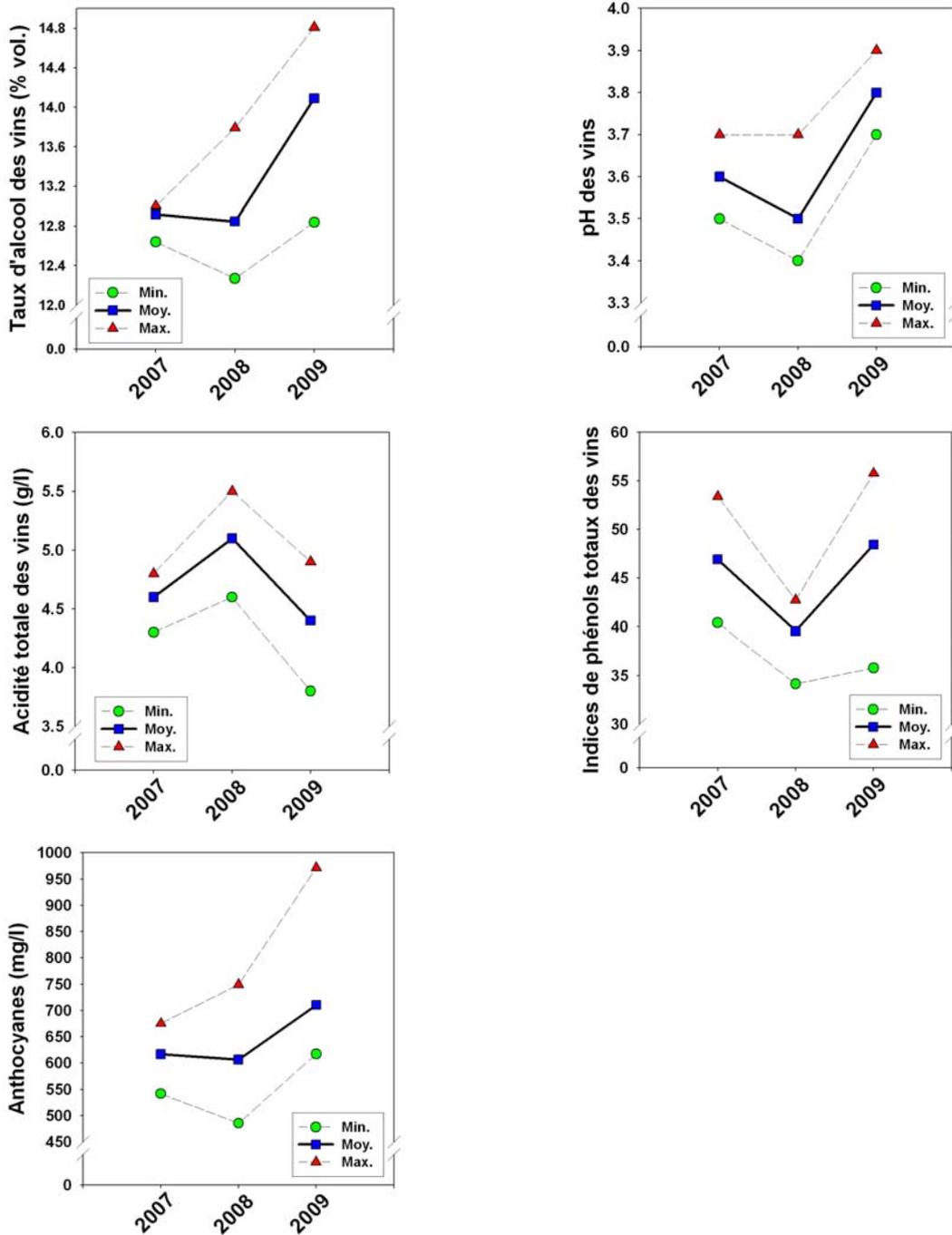


Figure 50 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Merlot 2007-2009.

8.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins par le panel d'ACW montrent que le millésime 2009 (fig. 51) a été caractérisé par des tanins charpentés et le millésime 2008 par des tanins peu tendres. Les notations des tanins secs ont faiblement varié d'une année à l'autre. Le millésime 2007 a été le millésime qualifié avec le moins d'astringence. Les vins de Merlot ont été plus appréciés en 2009 qu'en 2007 et 2008. Ces observations permettent de dire que les vins du millésime 2009 avaient globalement une meilleure qualité que les autres millésimes.

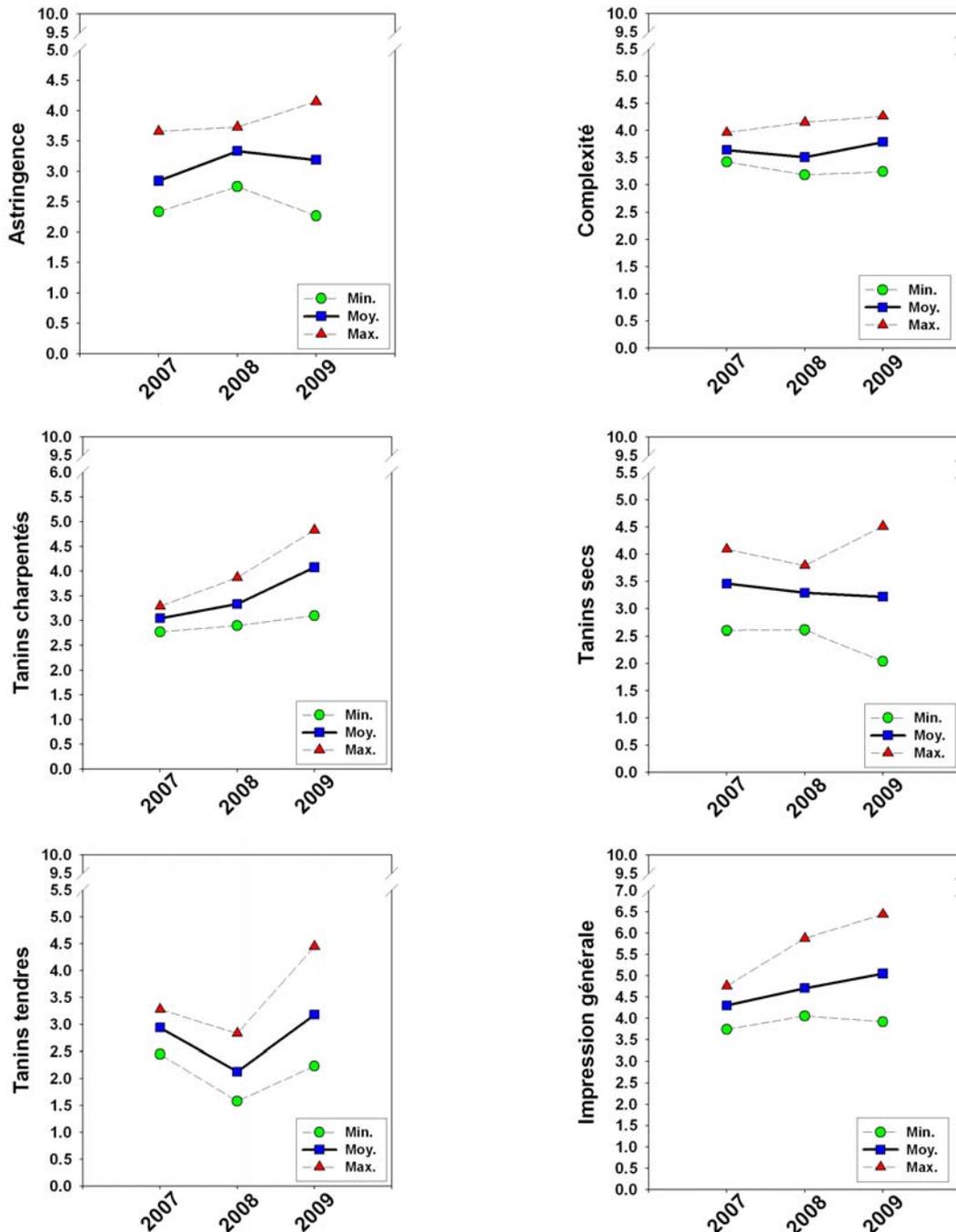


Figure 51 : Résultats des notations (0 à 10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Merlot 2007-2009.

8.4 Facteurs explicatifs

8.4.1 Le régime hydrique

En 2009, le régime hydrique a été très différent sur les douze parcelles de Merlot. En effet, les parcelles installées sur des sols à fortes réserves utiles, comme les colluviosols, ont eu une alimentation hydrique non limitante. Au contraire, quelques parcelles implantées sur des sols avec des réserves hydriques plus faibles ont subi un stress hydrique modéré à sévère ($\Delta C^{13} > -23.0$).

Le poids de la baie à la vendange a été fortement dépendant du régime hydrique de la vigne: on observe une diminution du poids de la baie avec l'accroissement de la contrainte hydrique. La corrélation positive ($R^2 = 0.51^{**}$) entre l'indice de formol et la mesure du stress hydrique (ΔC^{13}) montre qu'un stress hydrique n'implique pas forcément un indice de formol faible.

L'alimentation hydrique de la vigne a eu une influence importante sur la teneur en anthocyanes des vins (fig. 52). Un stress hydrique a également eu pour conséquence d'augmenter la teneur en polyphénols. Ces résultats analytiques ont été confirmés lors de l'analyse sensorielle, en effet, les vins issus de parcelles ayant subi un stress hydrique ont été jugés plus colorés (fig. 52).

Une tendance positive de la contrainte hydrique sur la qualité des vins a été observée. Les notations des descripteurs comme fruité et impression générale augmentent avec l'intensité de la contrainte hydrique (fig. 53). De plus, la qualité des tanins est également influencée par le niveau de la contrainte hydrique. Les notes des descripteurs comme tanins tendres et tanins charpentés augmentent pour les vins issus de vignes ayant subi un stress hydrique. Ainsi, en 2009, le facteur hydrique a joué un rôle important sur les caractéristiques des vins. Néanmoins, vu l'interdépendance des facteurs hydrique et azoté, il est difficile de séparer ces deux effets sur la qualité des vins de Merlot.

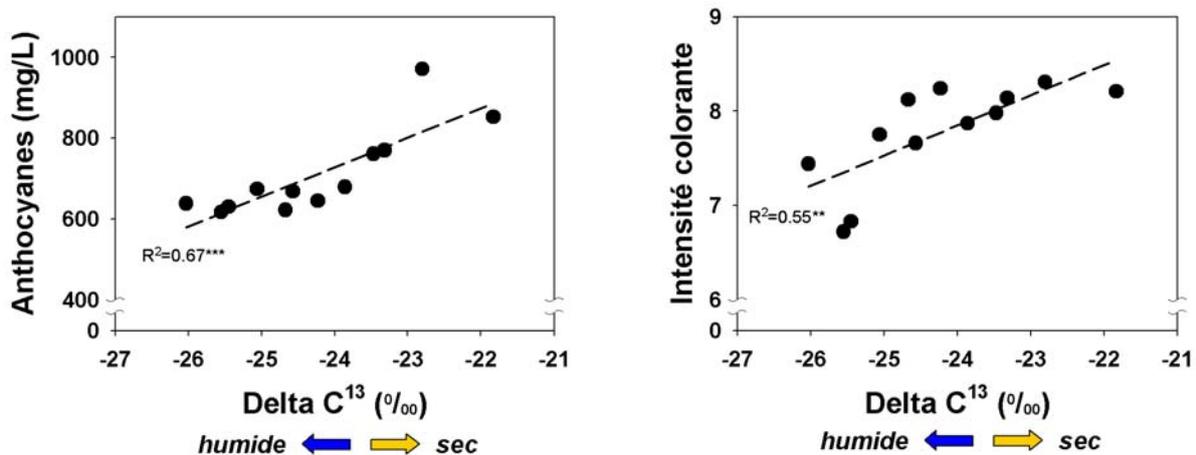


Figure 52 : Relation entre le régime hydrique de la vigne (ΔC^{13}) et la teneur en anthocyanes des vins ainsi que les notes d'intensité colorante de l'analyse sensorielle. Merlot 2009.

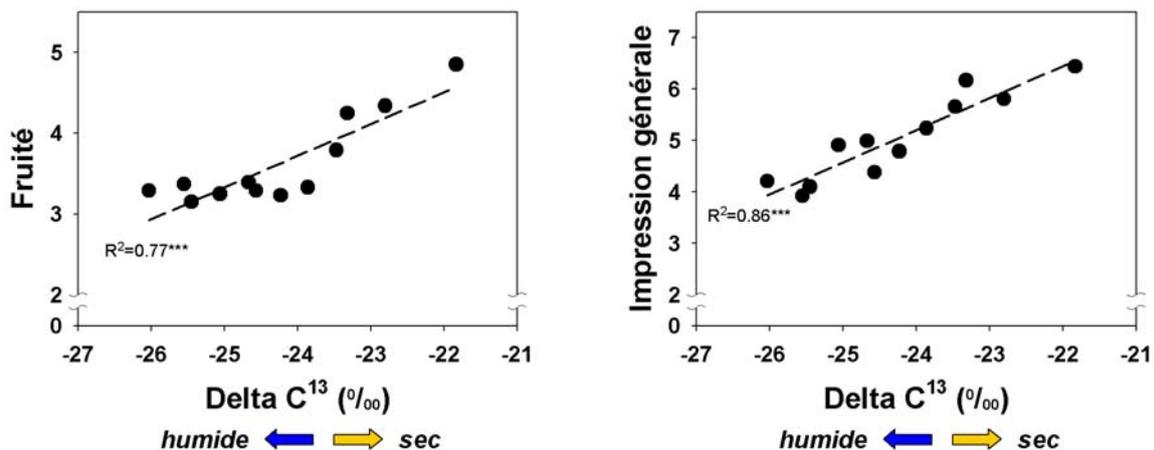


Figure 53 : Relation entre le régime hydrique de la vigne (Delta C¹³) et deux descripteurs sensoriels (note de 0 à 10): fruité (olfactif) et impression générale. Merlot 2009.

8.4.2 L'alimentation azotée

Indice de formol

L'indice de formol a joué un rôle sur la qualité organoleptique des vins (fig. 54). Au cours des trois années d'étude, l'indice de formol est apparu négativement corrélé au descripteur tanins secs et positivement lié avec l'impression générale évaluée par le panel. D'autres relations significatives ont été observées avec ce paramètre principalement pour les descripteurs sensoriels suivants : fruité, complexité, astringence, tanins tendres, tanins charpentés, structure, équilibre, persistance. L'indice de formol est apparu négativement corrélé à l'acidité totale.

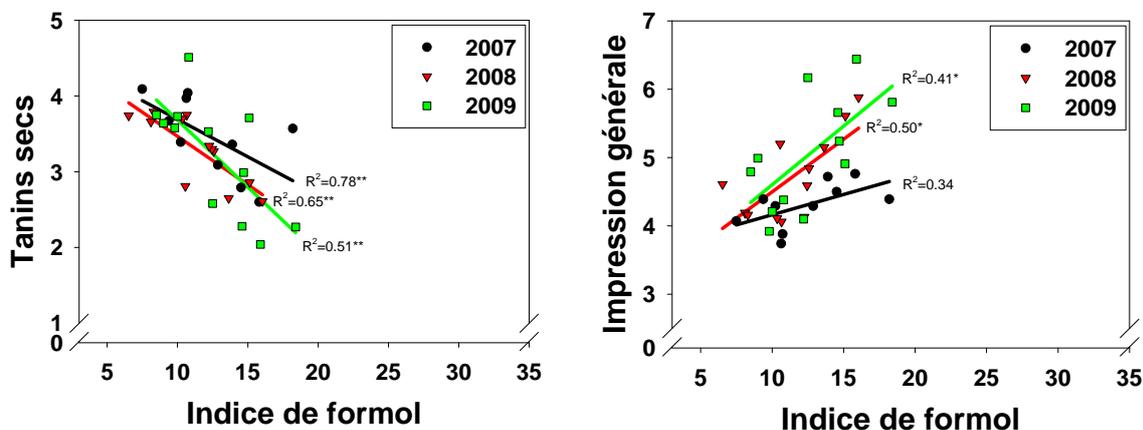


Figure 54 : Relation entre l'indice de formol et les variables sensorielles (note de 0 à 10). Significativité du coefficient de détermination R²: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001. Merlot 2007-2009.

Illustration de comportements parcellaires

Dans le tableau 14, deux parcelles sont représentées selon leurs données moyennes au cours des trois millésimes. Pour les mêmes paramètres, hormis l'acidité totale de la parcelle 334 légèrement plus élevée, seules les valeurs d'indice de formol (IF) varient.

	°Oe	pH	Ac. Tot [g/l]	Ac. Mal [g/l]	IF
232	98.2	3.5	6.0	3.1	16.7
334	98.8	3.4	6.7	3.1	12.1

Tableau 14 : Données moyennes des paramètres chimiques en moût pour deux parcelles. Merlot 2007-2009.

Sur la figure 56, les profils moyens des trois millésimes des deux mêmes parcelles sont représentés. La parcelle 334 a un profil moins qualitatif (végétal, astringence, tanins secs) et moins apprécié que la parcelle 232 (tanins tendres, tanins charpentés, structure, équilibre).

En vue d'identifier le facteur explicatif des différences sensorielles des vins, on considère les paramètres viticoles (figure 56). La parcelle 232 est caractérisée par un indice de formol plus élevé que la moyenne. La 232 se trouve parmi les plus vigoureuses parcelles du réseau. De plus, cette même parcelle est une des plus précoces du réseau. Cette précocité phénologique s'explique en grande partie de part la situation climatique favorable (au pied des murs à Lavaux) de cette parcelle. Dans l'exemple illustratif précédent, il semble donc que l'alimentation azotée soit le facteur principal d'explication de la qualité des vins. La précocité phénologique représente également un autre facteur explicatif des différences constatées lors de l'analyse sensorielle.

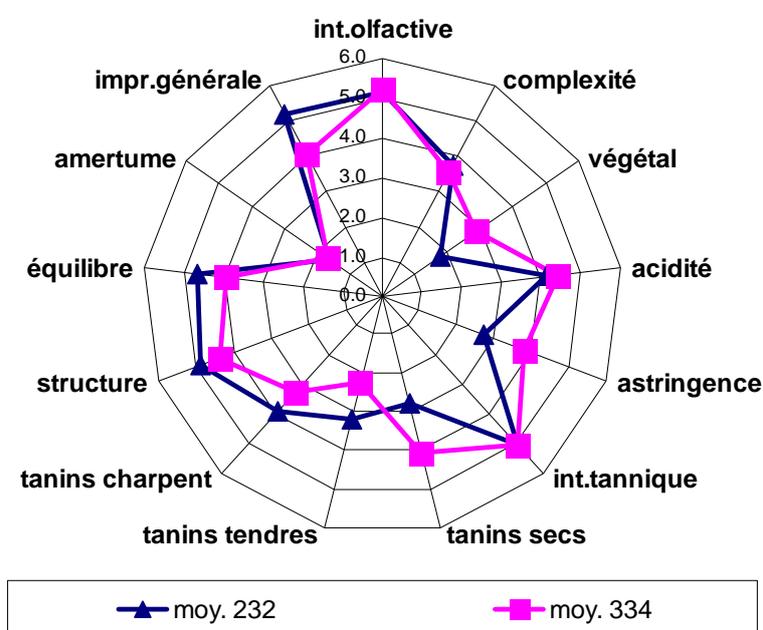


Figure 55 : Profils moyens des trois millésimes pour deux parcelles. Merlot 2007-2009.

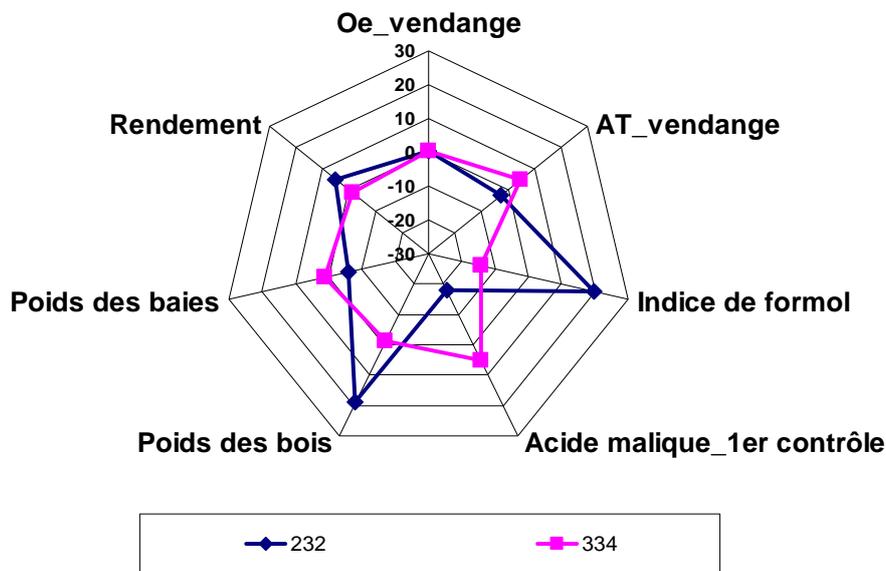


Figure 56 : Paramètres viticoles exprimés en % par rapport à la moyenne des 12 parcelles (fixée à 0 sur cette figure) pour deux parcelles. Oe et AT représentent respectivement la teneur en sucres et l'acidité totale. Merlot, moyennes 2007-2009.

Influence de la profondeur d'enracinement et types de sol

Aucune tendance claire n'a pu être établie entre les types de sol et les profondeurs d'enracinement.

8.4.3 Le millésime

La figure 57 permet de caractériser d'une façon générale l'effet millésime sur les vins de Merlot au cours des trois ans d'étude. Le millésime 2007 a été caractérisé par une intensité olfactive, une astringence et une intensité tannique un peu plus faibles. Il a été légèrement moins apprécié que les millésimes 2008 et 2009. Le millésime 2008 a été marqué par une acidité élevée et peu de tanins tendres. Le millésime 2009 a été caractérisé par de l'intensité tannique, des tanins surtout charpentés, de la structure et de l'équilibre. Il a été un peu plus apprécié que les autres millésimes. Globalement le millésime chaud et sec de 2009 a permis aux vins de Merlot de gagner en qualité. Ainsi, ce cépage a le potentiel de supporter des taux d'alcool plus élevés et de plus longues durées de cuvages. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

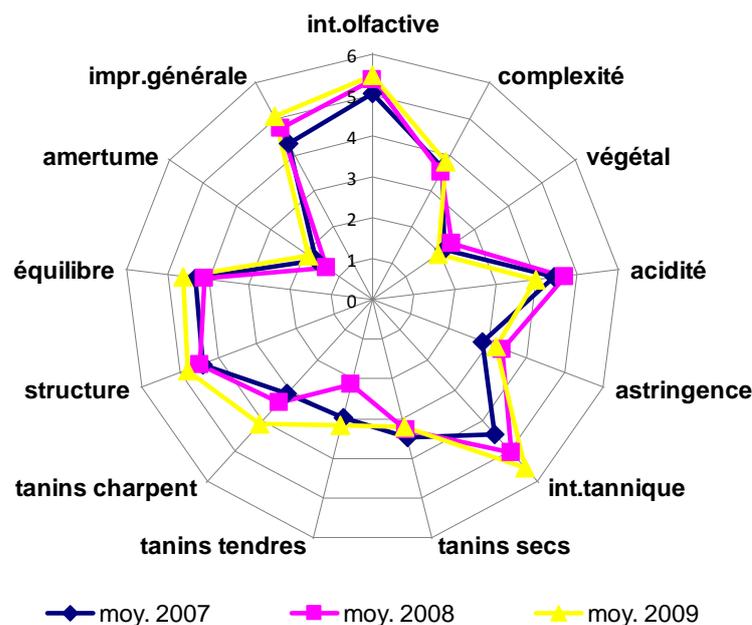


Figure 57 : Moyennes des notations (0 à 10) pour chaque millésime. Merlot 2007-2009.

8.4.4 Autres considérations

Rendements

Le niveau de rendement des parcelles a influencé les caractéristiques des vins de Merlot. Lors des trois millésimes, le rendement a été significativement corrélé à l'intensité colorante des vins. Les vins issus de parcelles ayant un rendement plus important présentaient en général une teneur en anthocyanes plus faible et ainsi qu'une couleur moins soutenue. De plus, en 2007, le rendement a été négativement corrélé aux notes "épicé" et "intensité tannique". Ainsi, et cela malgré l'éclaircissage effectué en juillet, les différents niveaux de rendement ont eu un effet sur les caractéristiques sensorielles des vins. La récolte a été maîtrisée sur la majorité des parcelles (70% ont moins de 1 kg/m²). Néanmoins, il semble que la qualité des vins issus du cépage Merlot ait été particulièrement marquée (ex. diminution de la couleur, moins d'intensité tannique, moins de structure) lorsque les rendements ont dépassé une certaine limite. Par ailleurs, le potentiel de production élevé de ce cépage rend difficile une parfaite maîtrise des rendements. Ainsi, pour le Merlot, le niveau de production semble être un facteur clef dans la gestion d'un terroir par le viticulteur.

Les poids des bois de taille ont été positivement liés aux niveaux de rendement. Ainsi, le niveau de récolte, tout comme la vigueur de la vigne, a été un facteur dépendant du site (terroir). De plus, comme présenté à la figure 56, les vignes ayant une vigueur élevée ont généralement un indice de formol élevé. Ainsi, les parcelles vigoureuses ont montré des niveaux d'indice de formol élevés, par contre elles ont été sujettes à donner des productions élevées.

Influence de la précocité

En 2007 et 2008, la précocité à la véraison (évaluée à travers la teneur en acide malique des raisins au premier contrôle de maturité) n'a pas influencé les analyses sensorielles et chimiques des vins. En 2009, nous avons observé une influence modérée de la précocité sur deux mesures analytiques des vins: l'intensité colorante et l'indice des polyphénols totaux (IPT). En effet, les parcelles précoces à la véraison ont eu tendance à produire des vins avec une intensité colorante et des valeurs d'IPT plus importantes. Par contre, aucune influence n'a été observée quant à l'analyse sensorielle.

Influence de la maturité finale

Il n'y a pas eu de relations entre la date de vendange et les analyses sensorielles des vins. Par contre, en 2008 et 2009, la teneur en sucres aux vendanges a influencé positivement certains descripteurs sensoriels: intensité colorante, structure et qualité des tanins (intensité tannique et tanins charpentés).

Taux de calcaire des sols

Aucun lien n'a pu être établi entre les profils sensoriels, les analyses chimiques des vins et le taux de calcaire des sols.

Influence de l'indice climatique

Aucune relation claire n'a été observée entre l'indice climatique et les analyses chimiques ou sensorielles.

8.5 Conclusions

Effet millésime

- Durant les trois années d'étude, l'effet du millésime sur la qualité des vins de Merlot a été marqué. Une année chaude et sèche comme 2009 a donné des vins de Merlot avec un plus grand équilibre. Ainsi, le Merlot est un cépage aux exigences climatiques élevées.

Effet site

L'alimentation hydrique

- Les poids de la baie ont diminué en condition de contrainte hydrique forte.
- Les vignes implantées sur RU forte n'ont pas subi les effets d'une restriction en eau.
- Une contrainte hydrique modérée à forte a eu tendance à influencer positivement la qualité des vins.
- L'intensité colorante des vins a augmenté en condition de contrainte hydrique.

L'alimentation azotée

- Une alimentation azotée déficiente a influencé négativement la qualité des vins.
- Il n'y a pas eu d'influence notable du type de sol ou de la profondeur d'enracinement sur le niveau d'alimentation azotée de la vigne.

Autres considérations

- Le niveau de rendement a influencé les caractéristiques sensorielles des vins. Ainsi, le niveau de rendement semble être un facteur clef dans la gestion d'un terroir par le viticulteur.
- En 2009, la précocité à la véraison n'a eu qu'une influence modérée sur l'intensité colorante et l'indice de polyphénols totaux (vins avec une intensité colorante et un IPT plus importants pour les parcelles précoces).

9 Pinot noir

9.1 Fiche cépage

Origine

Cépage très ancien originaire de Bourgogne (France) dont les mutations ont donné naissance au Pinot blanc et Pinot gris.



B. Phénologie

Débourrement: précoce à moyen; maturité: 1^{ère} époque hâtive.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne à forte.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,2 g - 1,5 g.
 - grappes: petites et compactes.
 - niveau de production: très variable selon le clone.
- *Teneur en sucres des moûts*: élevée (90-100 Oe).
- *Acidité totale des moûts*: moyenne (7-9 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: sensible à la coulure. Très sensible à la pourriture grise et à l'éclatement des baies. Il est par contre relativement tolérant à la sécheresse.

D. Potentiel œnologique

- Intensité colorante moyenne à faible.
- Vin caractérisé par un bouquet fin et complexe (framboises, griottes).
- Cépage très polyvalent permettant l'élaboration de différents types de vins: blanc de noir, rosé, rouge fruité, rouge de garde, vins effervescents.
- Tanins peuvent être durs et secs en situation de forte carence azotée des moûts.

E. Adaptation aux terroirs

- *Sols de prédilection:* du fait de sa sensibilité à la pourriture, ce cépage est bien adapté aux sols bien drainés et peu fertiles. De plus, une contrainte hydrique modérée est favorable à la qualité des vins (couleurs, qualité des tanins). Néanmoins, certains sols où la vigne absorbe mal l'azote (exemple moraines de fond) sont peu favorables à la qualité des vins de Pinot noir (astringence, tanins secs)
- *Exigences climatiques:* le cépage est bien adapté au climat vaudois. Toutefois, dans des zones chaudes et particulièrement durant un millésime favorable (2009), la teneur élevée en alcool peut déséquilibrer les vins.

F. Remarques générales

La différence entre les terroirs est très importante. Certaines parcelles expriment régulièrement la finesse des arômes du Pinot noir, alors que d'autres donnent des vins peu typés et plutôt neutres. Les sols pierreux, comme par exemple les peyrosols, sont généralement favorables à l'expression du Pinot noir. Les situations humides et de bas de pente favorisent les départs de pourriture. De plus, la gestion de l'alimentation azotée de la vigne doit être bien maîtrisée: une alimentation insuffisante conduit à des tanins secs et durs dans les vins, alors qu'une alimentation excessive favorisera la pourriture.

9.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 15)

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols (RU)**. Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 15).

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Moraines caillouteuses	412	414	
Moraines de fond	411	308, 359, 405	311, 309
Autres moraines			410
Peyrosols	415		354
Colluviosols			413, 310

Tableau 15 : Répartition des parcelles de Pinot noir (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

9.3 Résultats principaux

9.3.1 Paramètres viticoles

Les rendements et le poids de la baie des parcelles de Pinot noir sont présentés à la figure 58. Les rendements ont été bien maîtrisés lors des trois saisons. Le poids de la baie a été légèrement inférieur en 2007, par contre, en moyenne, il a été similaire lors des millésimes 2008 et 2009.

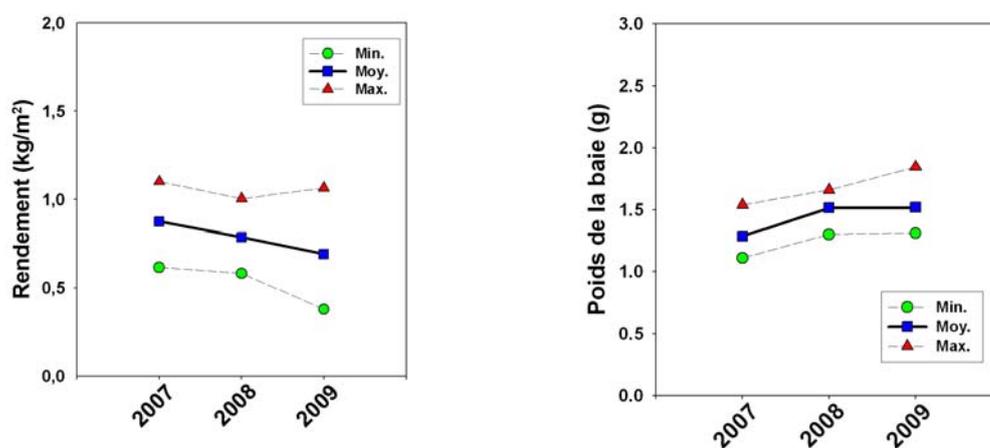


Figure 58 : Rendement, poids de la baie à la vendange. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Pinot noir 2007-2009.

9.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres élevées et que le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales élevées (fig. 59). La moyenne des acidités totales de 2009 a été plus faible par rapport à celle de 2007. Le millésime 2008 a affiché des valeurs d'indice de formol supérieures à celles de 2007 et 2009. On observe qu'il y a de grandes différences entre les parcelles pour les valeurs minimales et maximales des indices de formol.

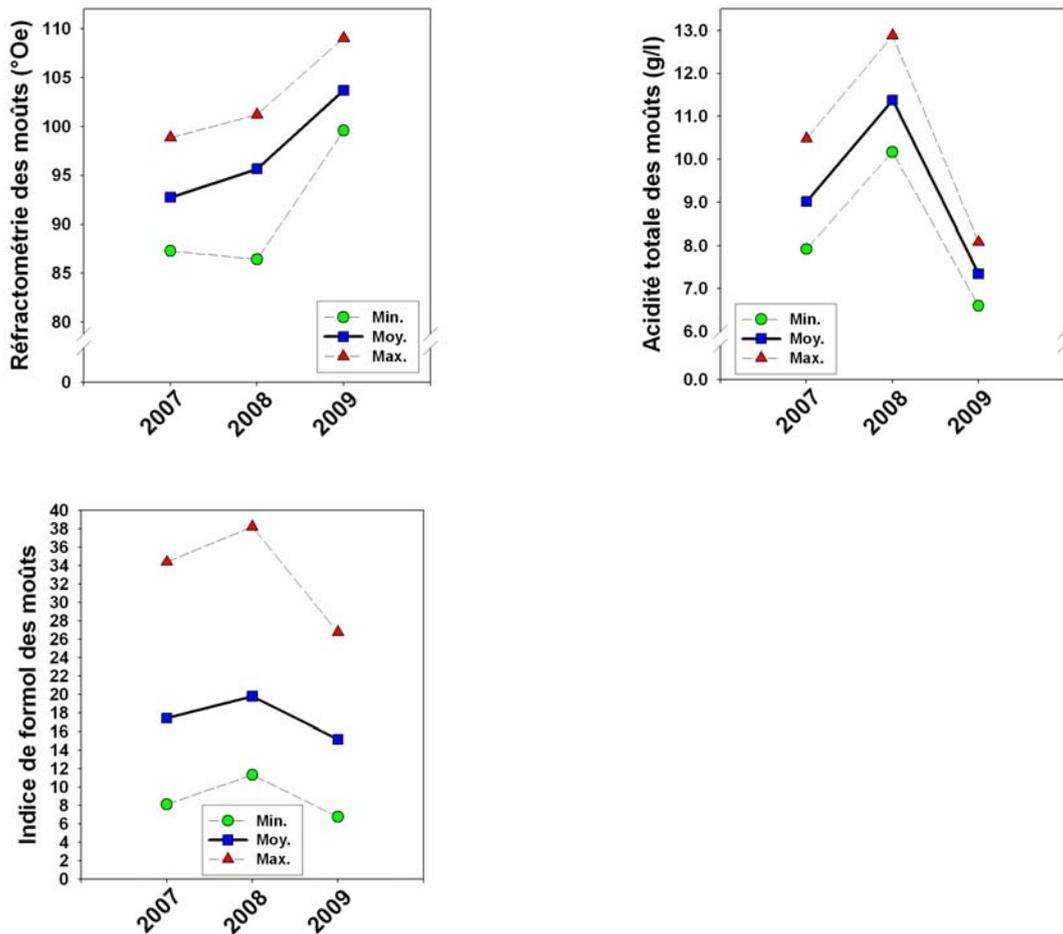


Figure 59 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Pinot noir 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool supérieurs aux deux autres millésimes (fig. 60). Les valeurs moyennes d'acidité totale et de pH ont varié entre les années. Les valeurs d'acidité totale stables en 2007 et 2008, ont été beaucoup plus basses en 2009. Le millésime 2008 a présenté une moins bonne maturité phénolique que les millésimes 2007 et 2009. Les valeurs d'anthocyanes plus élevées en 2009 s'expliquent par une meilleure maturité qui a eu pour conséquence de rendre les composés phénoliques plus extractibles.

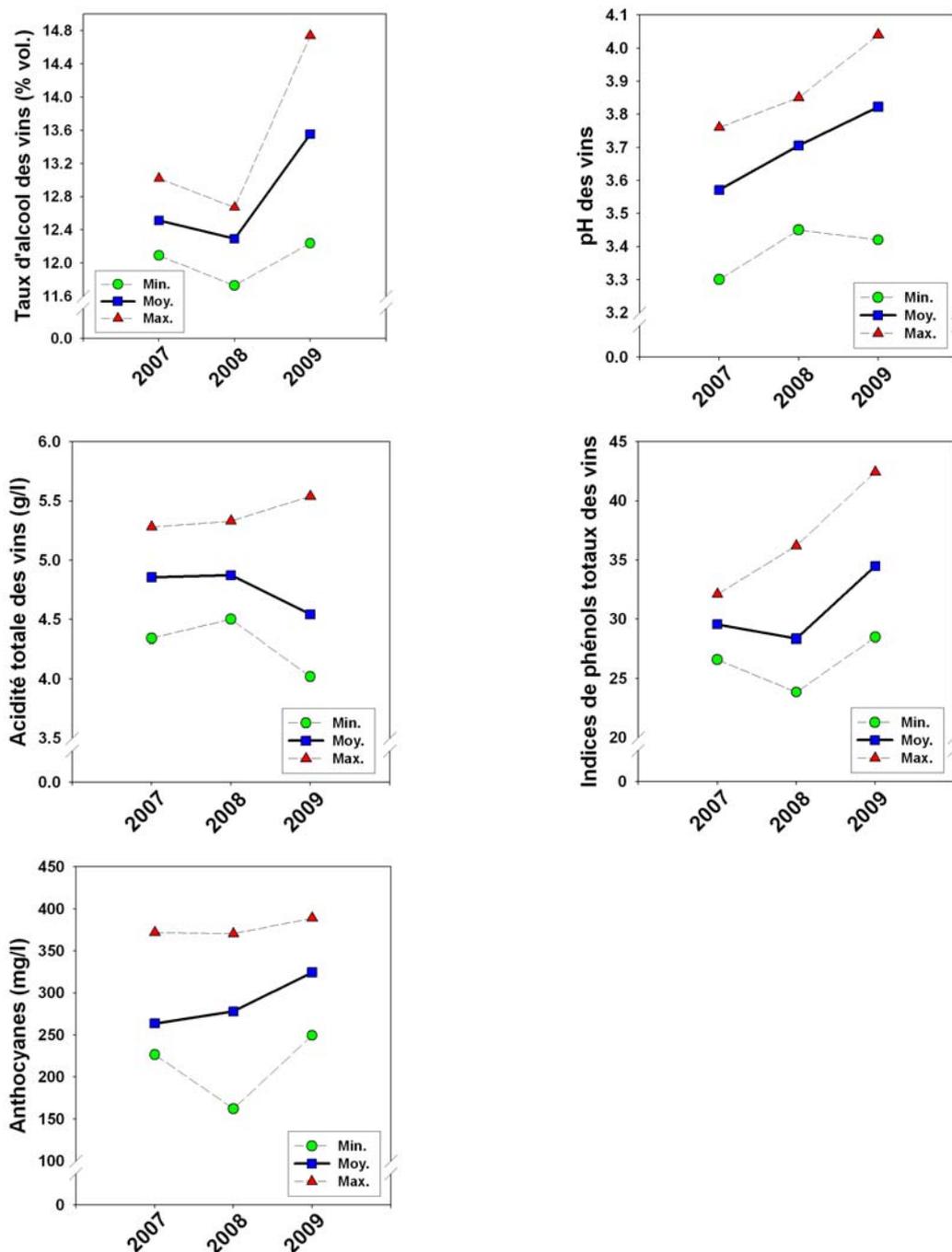


Figure 60 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Pinot noir. 2007-2009.

9.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins par le panel d'ACW montrent que le millésime 2009 (fig. 61) a été caractérisé par des valeurs plus élevées en tanins charpentés que lors des millésimes 2007 et 2008. Les valeurs des tanins tendres et des tanins secs ont quasiment été les mêmes en 2007 qu'en 2009. Les évaluations pour l'astringence ont peu varié d'un millésime à l'autre et les vins de Pinot noir ont été légèrement plus appréciés lors du millésime 2008.

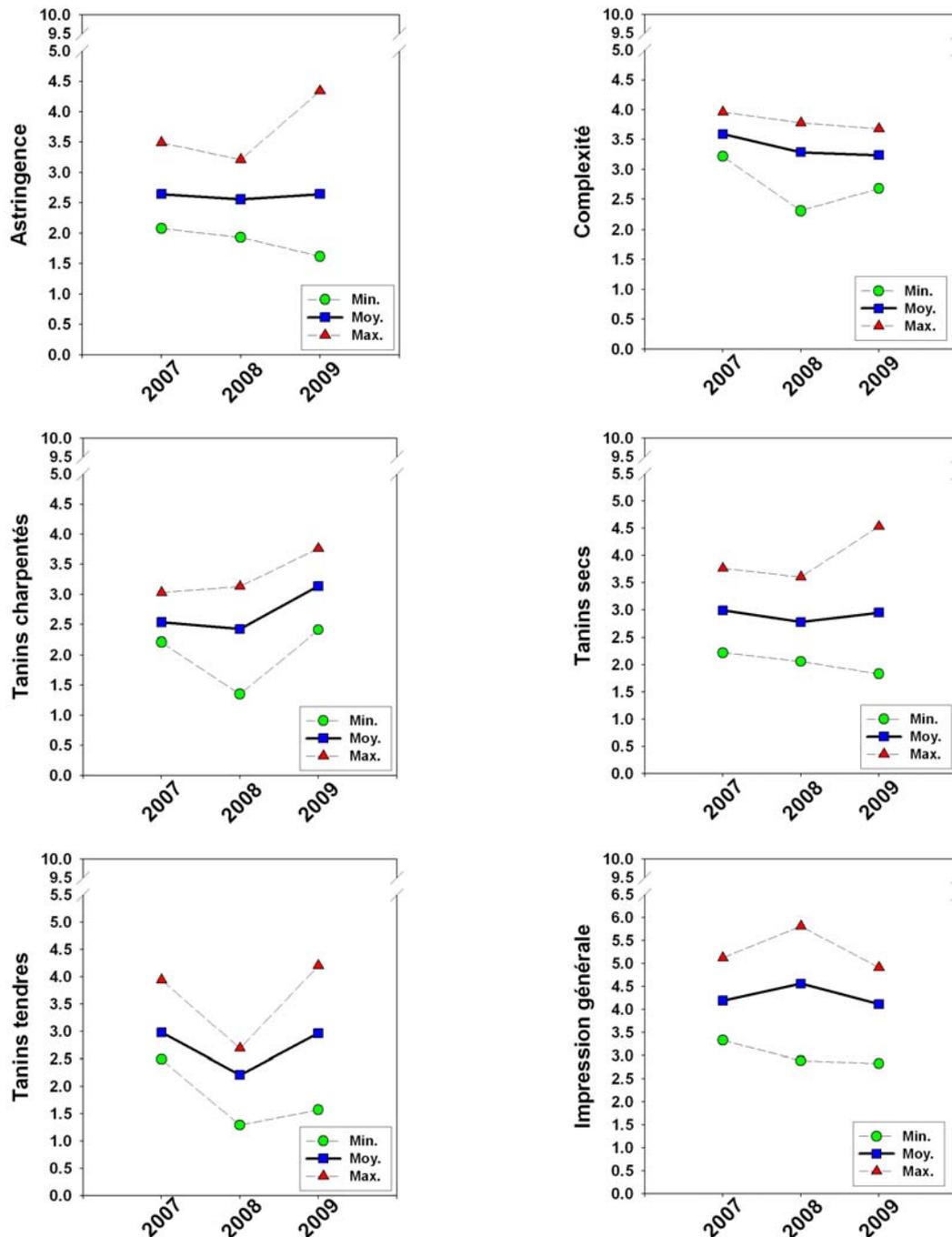


Figure 61 : Résultats des notations (0 à 10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Pinot noir 2007-2009.

9.4 Facteurs explicatifs

9.4.1 Le régime hydrique

En 2009, les parcelles installées sur des sols à faible réserve utile ont subi un stress hydrique faible alors que les autres parcelles n'ont subi aucune contrainte de ce type. Malgré la faible contrainte hydrique enregistrée sur le réseau, il a été possible d'observer un effet de l'alimentation en eau sur les caractéristiques des vins. En effet, une corrélation positive a été observée entre la teneur en anthocyanes et l'alimentation hydrique de la vigne (Delta C¹³) (fig. 62). Les valeurs analytiques d'intensité colorante étaient également plus élevées pour les vins issus de parcelles ayant subi un stress hydrique. Une tendance positive a également été observée sur la qualité des vins issus des parcelles (405, 410) ayant subi une contrainte hydrique. Par exemple, les notations des descripteurs gustatifs tels que tanins charpentés (fig. 62), structure, chaleur en bouche, persistance et équilibre ont tendance à augmenter lorsque les vins sont issus de vignes ayant subi un stress hydrique.

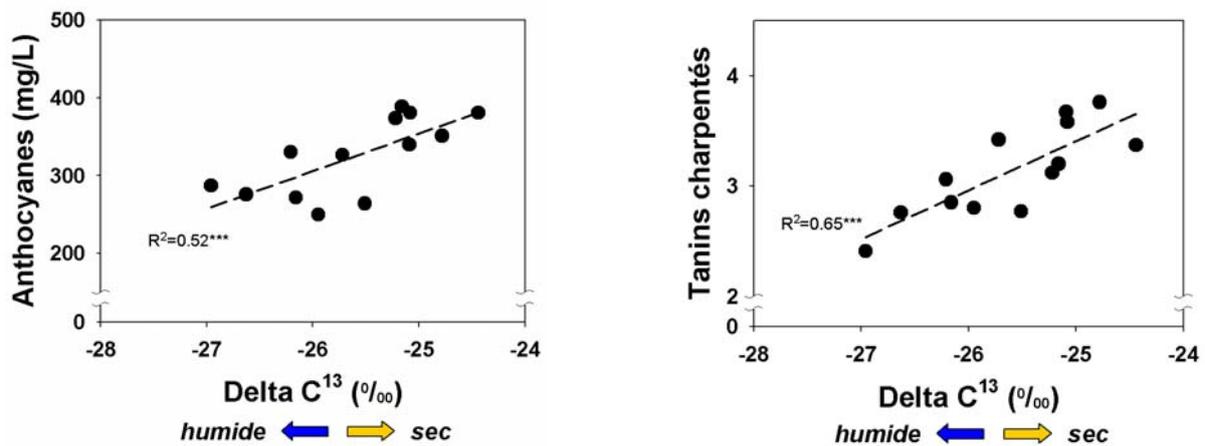


Figure 62 : Relation entre l'alimentation hydrique (Delta C¹³) et la teneur en anthocyanes des vins ainsi qu'avec la variable sensorielle tanins charpentés. Significativité du coefficient de détermination R²: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001. Pinot noir 2009.

9.4.2 L'alimentation azotée

Indice de formol

La détermination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable (acides aminés + ammonium) par les levures lors de la fermentation alcoolique. Sur le réseau de parcelles de Pinot noir, nous avons observé une étroite relation entre l'alimentation azotée de la baie et l'acidité totale et la teneur en acide malique des moûts aux vendanges. Ainsi, les parcelles dont les baies sont les plus riches en composés azotés ont produit des moûts avec le plus haut niveau d'acidité totale et d'acide malique et cela pour les trois millésimes suivis. De plus, l'état de l'alimentation azotée de la vigne, mesuré à travers l'indice de formol, est d'autant plus élevé que la vigueur de la parcelle est importante (fig. 63).

Lors des trois millésimes, l'indice de formol est apparu négativement corrélé aux valeurs analytiques du glycérol et de l'indice des polyphénols totaux (fig. 64). Ainsi, les vignes vigoureuses ont généralement présenté une alimentation azotée élevée et ont produit des vins moins riches en composés phénoliques. Ces résultats confirment les conclusions d'autres études qui ont montré l'effet négatif d'une alimentation azotée trop importante sur la quantité de polyphénols des vins.

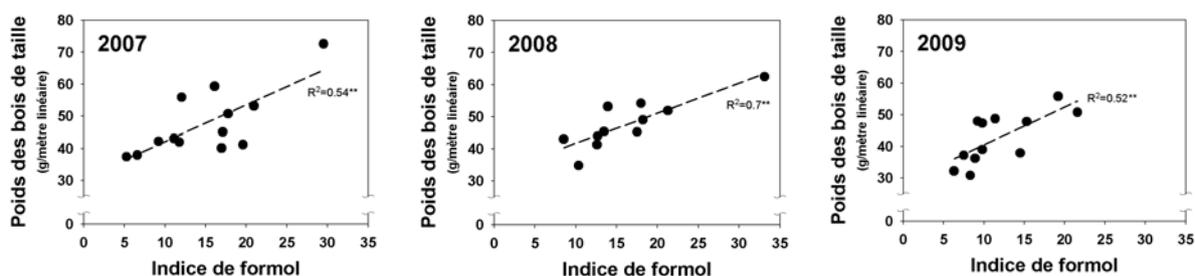


Figure 63 : Relations entre la vigueur (poids des bois de taille) et l'indice de formol à la vendange. Pinot noir. 2007-2009.

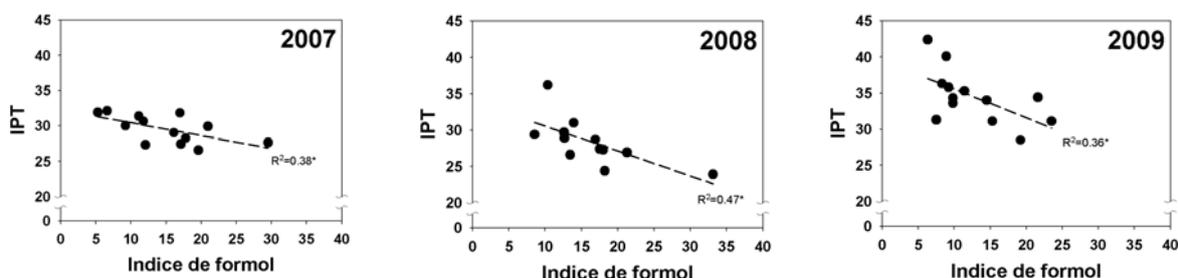


Figure 64 : Relations entre l'indice des polyphénols totaux (IPT) des vins et l'indice de formol à la vendange. Pinot noir. 2007-2009.

L'alimentation azotée a joué un rôle important sur la qualité organoleptique des vins. Au cours des trois années d'étude, l'indice de formol est toujours apparu négativement corrélé à l'astringence (fig. 65). Ce résultat a été confirmé par des mesures analytiques. En effet, le pouvoir tannant, mesure quantifiant la sensation d'astringence d'un vin, a été lié lors des trois millésimes à la teneur en azote des moûts (fig. 66). D'autres relations significatives ont été observées en relation avec l'indice de formol pour les descripteurs sensoriels suivants : acidité, tanins secs et tanins tendres.

La relation observée entre l'alimentation azotée et la qualité globale des vins de Pinot noir est présentée à la figure 66. Comme nous pouvons le constater, lorsque les niveaux d'indice de formol sont bas (< 10), les notes d'impression générale ne sont pas élevées et surtout, une augmentation de l'indice de formol conduit à une augmentation potentiel de la qualité des vins. Lorsque l'indice de formol se situe entre 10-20, il ne semble pas jouer un rôle important (plateau). Néanmoins, il est à rajouter que le vin ayant obtenu la meilleure note d'impression générale provenait d'un moût possédant un indice de formol de 21. Au contraire, comme nous pouvons le voir sur la figure 65, il semble que des niveaux d'indice de formol supérieurs à 25 ont été négatifs pour la qualité des vins (obligation de récolter avant la maturité optimale les parcelles touchées par la pourriture).

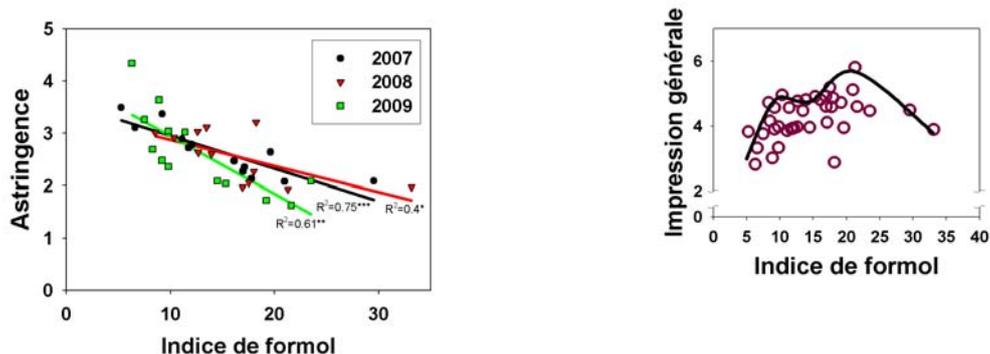


Figure 65 : Relation entre l'indice de formol et les variables sensorielles (notes de 0 à 10). Significativité du coefficient de détermination R^2 : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. L'impression générale est représentée avec sa courbe enveloppe qui correspond à la note maximale d'impression générale obtenue pour chaque niveau d'indice de formol. Pinot noir 2007-2009.

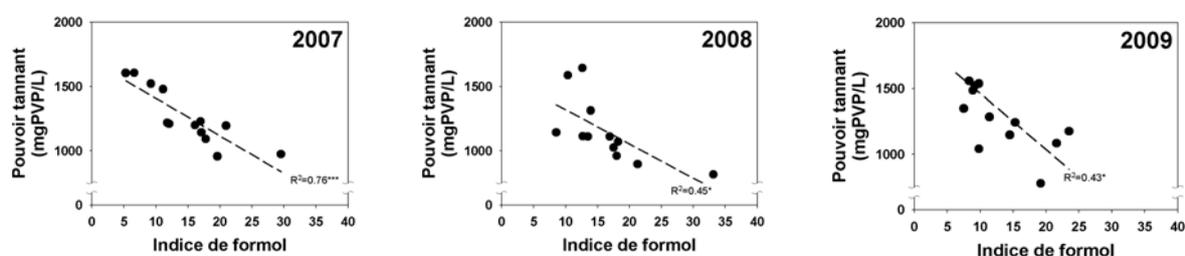


Figure 66 : Relation entre l'alimentation azotée de la vigne (indice de formol) et le pouvoir tannant qui est une mesure analytique de l'astringence des vins. Pinot noir. 2007-2009.

Illustration de comportements parcellaires

L'exemple suivant illustre le rôle de l'alimentation azotée dans l'effet terroir. Dans le tableau 16, deux parcelles sont représentées selon leurs données moyennes des trois millésimes. La parcelle 415 a montré des valeurs d'acidité totale et malique un peu plus élevées que la parcelle 359. Mais la plus grande différence se trouve dans les valeurs d'indice de formol (IF) avec 8.7 pour la parcelle 359, qui se situe sur une moraine de fond et 24.8 pour la parcelle 415 qui se trouve sur un peyrosol.

	°Oe	pH	Ac. Tot [g/l]	Ac. Mal [g/l]	IF
359	97.8	3.4	8.5	4.5	8.7
415	101.3	3.4	9.4	5.3	24.8

Tableau 16 : Données moyennes des paramètres chimiques en moût pour deux parcelles. Pinot noir 2007-2009.

Sur la figure 67, les profils moyens des deux mêmes parcelles sont représentés. La parcelle 359 a un profil peu qualitatif (astringence, tanins secs, faible structure et faible équilibre) et a été peu appréciée tandis que la parcelle 415 a un profil qualitatif bien apprécié (faible astringence, faible en tanins secs, tanins tendres, structure, équilibre) et a été appréciée.

En vue d'identifier le facteur explicatif des différences sensorielles des vins, on considère les paramètres viticoles à la figure 68. La teneur en azote des moûts ainsi que la vigueur ont été très différentes pour ces deux parcelles. En effet, la parcelle 415 a présenté une teneur en azote élevée (indice de formol +40% par rapport à la moyenne) et une vigueur plus importante (poids des bois +20% par rapport à la moyenne). De plus, le rendement de la parcelle 415 a été parmi les plus élevés

du réseau, ce qui est certainement lié à la vigueur plus importante de cette parcelle. Néanmoins, le vin de la parcelle 415 a été jugé le plus qualitatif lors des trois millésimes. Ainsi, il apparaît que l'alimentation azotée de la vigne est un facteur explicatif clef des différences organoleptiques entre les vins de ces deux parcelles. De plus, l'alimentation azotée de la vigne est influencée par le type de sol. En effet, dans l'exemple précédent, la parcelle 359 est installée sur une moraine de fond compacte qui limite la profondeur d'enracinement (inférieure à 1m). Au contraire, la 415 se situe sur sol très caillouteux (peyrosol) permettant une grande profondeur d'enracinement (> 1.8m). Ainsi, à l'aide de l'exemple précédent, il apparaît que l'alimentation azotée de la vigne dans un site donné est dépendante du type de sol et de la profondeur d'enracinement.

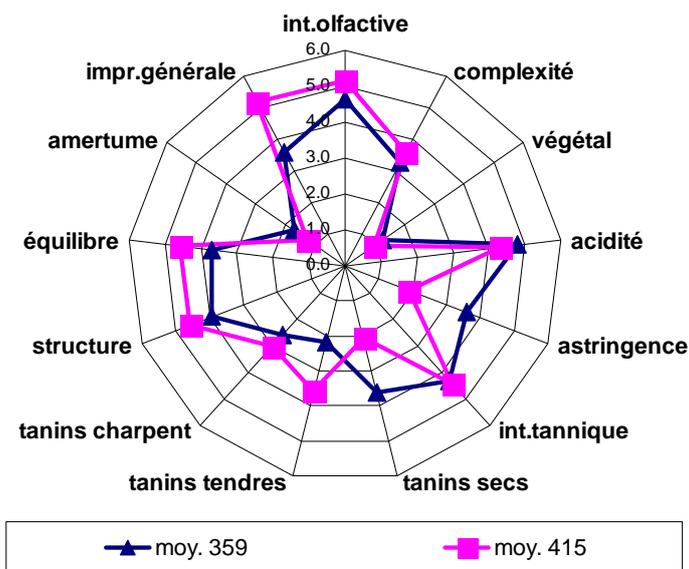


Figure 67 : Profils moyens des trois millésimes pour deux parcelles (notes de 0 à 10). Pinot noir 2007-2009.

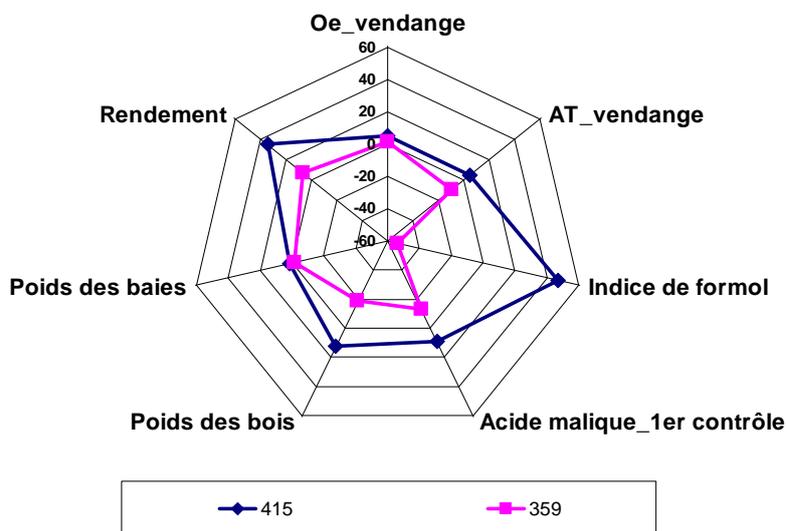


Figure 68 : Paramètres viticoles exprimés en % par rapport à la moyenne des 12 parcelles (fixée à 0 sur cette figure) pour deux parcelles. Oe et AT représentent respectivement la teneur en sucres et l'acidité totale. Pinot noir, moyennes 2007-2009.

Influence du type de sol

Sur l'ensemble des trois millésimes étudiés, les colluviosols, peyrosols et moraines caillouteuses ont affiché les moyennes d'indice de formol les plus élevées (fig. 69). Les vins issus des parcelles situées sur ces mêmes sols avaient les moyennes les plus élevées en tanins tendres et les moyennes les plus basses en astringence. Au contraire, les vignes installées sur moraines de fond ont affiché une alimentation azotée faible. Les vins issus de ce type de sol ont été caractérisés moins qualitatifs et marqués par de l'astringence et des tanins secs.

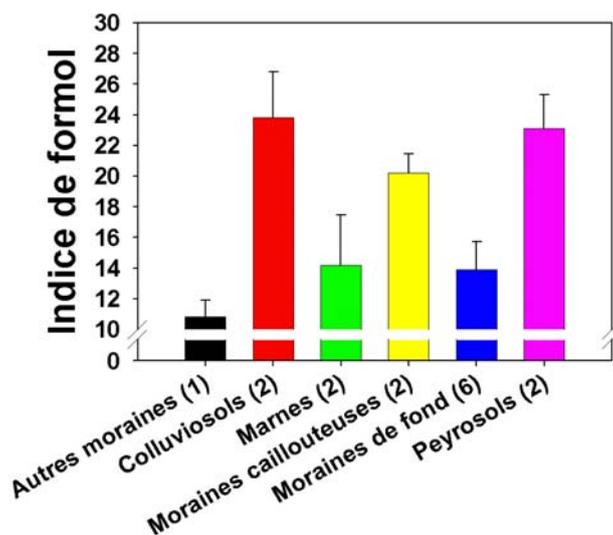


Figure 69 : Moyennes des indices de formol des essais appartenant à chaque type de sol sur les trois millésimes. Barres verticales : erreur standard. Le nombre de parcelles appartenant à chaque catégorie est indiqué entre parenthèses. Pinot noir. 2007-2009.

Influence de la profondeur d'enracinement

Les vignes installées sur des sols à grande profondeur d'enracinement (> 1,5m) ont présenté une teneur en azote des moûts supérieure (fig. 70). De plus, les vins issus de ces parcelles ont globalement été décrits qualitatifs. Ainsi, alimentation azotée de la vigne et profondeur d'enracinement semblent être liés.

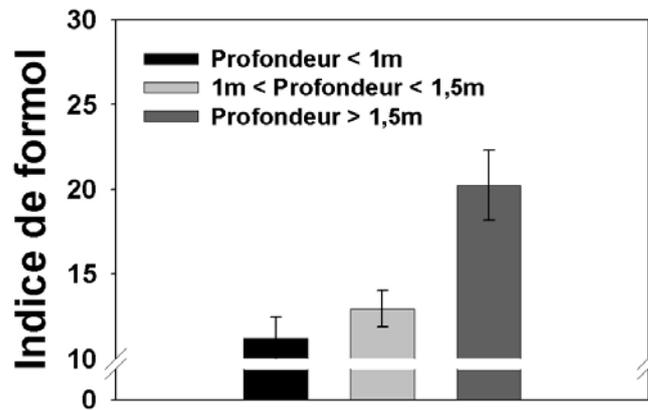


Figure 70 : Moyennes des indices de formol des essais appartenant à trois catégories de profondeur d'enracinement de la vigne. Barres verticales : erreur standard. Pinot noir. 2007-2009.

9.4.3 Le millésime

La figure 71 permet de caractériser d'une façon générale l'effet millésime sur les vins de Pinot noir au cours des trois ans d'étude. Les vins du millésime 2007 se sont différenciés des autres millésimes par une amertume plus élevée, tandis que les vins du millésime 2008 ont été plus faibles en tanins tendres. Les vins du millésime 2009 ont été caractérisés par un peu plus d'intensité tannique et de tanins charpentés. Les notes d'impression générale ne se différencient pas suffisamment pour dire si un millésime a été dans l'ensemble mieux apprécié qu'un autre. Le cépage Pinot noir semble avoir été légèrement influencé par le millésime, mais pas de manière très contrastée. Cependant, il reste délicat à vinifier car des taux d'alcool trop élevés déstructurent et déséquilibrent les vins. Ainsi, les vins du millésime 2007 ont été mieux notés sur ces descripteurs (courbe bleue) comparativement au millésime 2009. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

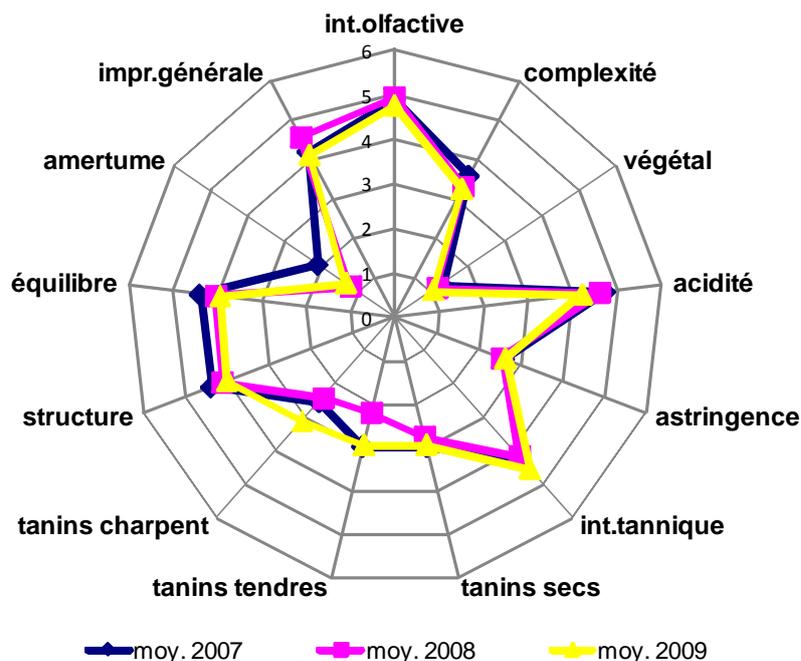


Figure 71 : Moyennes des notations (0 à 10) pour chaque millésime. Pinot noir 2007-2009.

9.4.4 Autres considérations

Rendements

Les rendements ont été bien maîtrisés sur le réseau Pinot noir lors des trois ans (moyenne de 0,8 kg/m²). Cela explique que ce facteur n'a joué aucun rôle sur la qualité des vins et c'est pourquoi aucun lien n'a été établi entre le rendement et les caractéristiques sensorielles des vins.

Influence de la précocité

La précocité à la véraison n'a eu aucune influence sur les caractéristiques sensorielles des vins de Pinot noir.

Influence de la maturité finale

La teneur en sucres des moûts, plus que l'acidité totale, a été liée en 2007 et 2008 à la qualité des vins (fig. 72). Un moût plus riche en sucres a influencé de manière positive la qualité des vins: plus de tanins tendres, une note d'acidité plus faible et moins de notes végétales pour le bouquet. La plus faible maturité de certains moûts peut s'expliquer dans certains cas par une attaque de botrytis qui a exigé de récolter avant maturité optimale (le cas d'une parcelle en 2008) et dans d'autres par la situation mésoclimatique moins favorable (une parcelle avec une plus faible maturité pour les deux millésimes). Par contre, en 2009, la bonne maturité finale des raisins de l'ensemble des parcelles du réseau fait que la teneur en sucres n'a eu aucune influence sur les caractéristiques des vins.

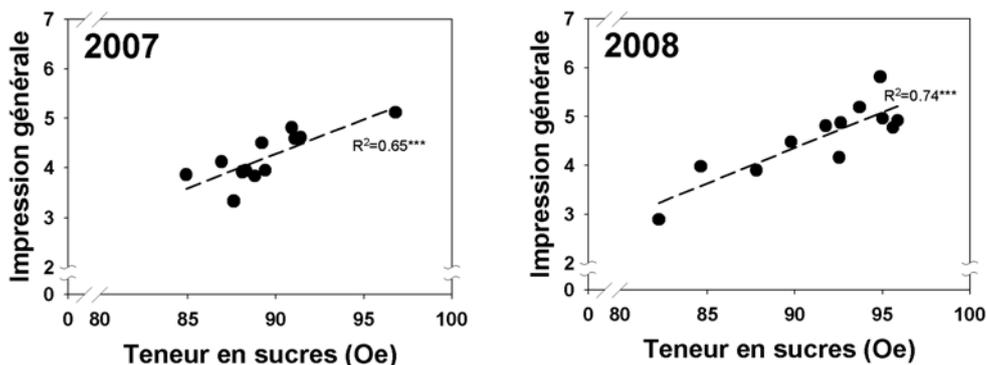


Figure 72 : Relation entre la maturité finale des raisins et la note d'impression générale. Pinot noir 2007-2008.

Taux de calcaire des sols

Aucun lien n'a pu être établi entre les profils sensoriels et le taux de calcaire des sols.

Influence de l'indice climatique

Aucune relation claire n'a été observée entre l'indice climatique et les analyses chimiques ou sensorielles.

9.5 Conclusions

Effet millésime

- Durant les trois années d'étude, le Pinot noir a été moyennement sensible à l'effet du millésime. Il faut néanmoins être attentif à ne pas obtenir des taux d'alcool trop élevés (2009) qui peuvent déséquilibrer les vins.

Effet site

L'alimentation hydrique

- Les vignes implantées sur RU forte n'ont pas subi les effets d'une restriction en eau.

- Une contrainte hydrique modérée a eu tendance à influencer positivement la qualité des vins.
- L'intensité colorante des vins a augmenté en condition de contrainte hydrique

L'alimentation azotée

- Une alimentation azotée déficiente a influencé négativement la qualité des vins.
- Les baies riches en composés azotés ont produits des moûts avec plus d'acidité totale et d'acidité malique.
- Une alimentation azotée trop importante a eu une influence négative sur la quantité de polyphénols des vins (IPT).
 - o **Type de sol**
 - Les vignes implantées dans des colluviosols, des moraines caillouteuses et des peyrosols ont généralement présenté une bonne alimentation azotée.
 - Les parcelles implantées sur des moraines de fond ont présenté une alimentation azotée limitante.
 - o **Profondeur d'enracinement**
 - Généralement, une colonisation racinaire restreinte en profondeur a entraîné une faible teneur en azote des moûts.
 - A l'inverse, un enracinement important en profondeur a provoqué une alimentation azotée plus importante des raisins.

10 Diolinoir

10.1 Fiche cépage

A. Origine

Cépage obtenu en 1970 à Agroscope Changins-Wädenswil ACW, le Diolinoir résulte d'un croisement entre le Robin noir et le Pinot noir.



B. Phénologie

Débourrement: moyen; maturité: 1^{ère} époque tardive.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,2 g - 1,4 g.
 - grappes: moyennes et moyennement compactes.
 - niveau de production: relativement élevé.
- *Teneur en sucres des moûts*: élevée (95-100 Oe).
- *Acidité totale des moûts*: élevée (7-11 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: Un peu sensible à la coulure et au folletage des grappes.

D. Potentiel œnologique

- Bouquet fin et fruité mais souvent discret.
- Lorsque la maturité des raisins est optimale, le Diolinoir fournit des vins très colorés, puissants et riches en tanins charpentés et fermes. En cas de maturité insuffisante à la vigne, les tanins sont secs et agressifs.
- Cépage intéressant en assemblage et présentant une bonne aptitude à l'élevage en barrique.

E. Adaptation aux terroirs

- *Sols de prédilection*: ce cépage donne les meilleurs résultats dans des sols pas trop fertiles et bien drainés (peyrosols).

- *Exigences climatiques*: élevées, cépage très exigeant au niveau climatique. A réserver aux meilleures situations pour permettre une bonne maturité (teneur optimale en sucres: 100 Oe et plus) et réduire l'acidité naturellement élevée de ce cépage.

F. Remarques générales

Le Diolinoir présente une aire d'adaptation limitée pour le vignoble vaudois en raison de ses exigences climatiques élevées.

10.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 17)

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols** (RU). Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 17).

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Autres moraines	107		
Peyrosols	115, 121, 111		
Molasse sablo-gréseuse (chien)	420		418, 419

Tableau 17 : Répartition des parcelles de Diolinoir (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

10.3 Résultats principaux

10.3.1 Paramètres viticoles

Les rendements et le poids de la baie des parcelles de Diolinoir sont présentés à la figure 73. Les rendements ont été bien maîtrisés, il n'y a que peu de variation de rendements entre les parcelles pour les trois millésimes.

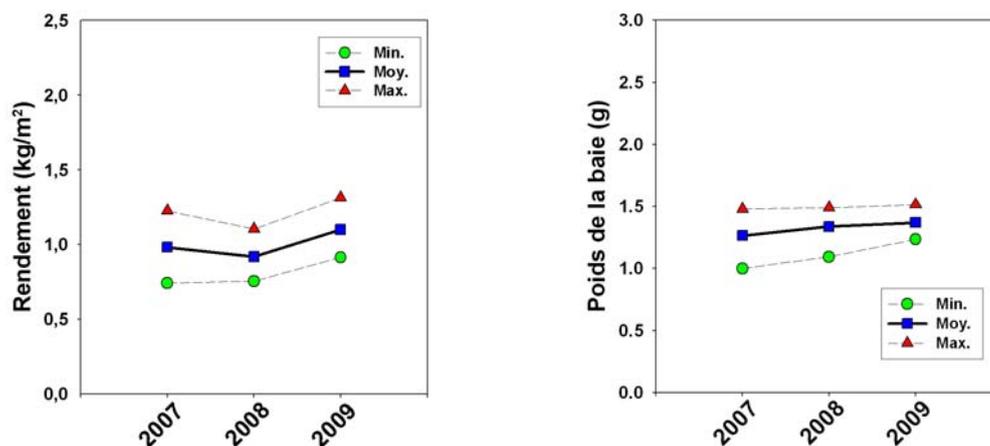


Figure 73 : Rendement, poids de la baie à la vendange. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Diolinoir 2007-2009.

10.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres élevées et que le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales élevées (fig. 74). La moyenne des acidités totales de 2009 a été plus faible par rapport à celle de 2007. Les valeurs d'indice de formol ont assez peu varié entre les trois millésimes. On observe par contre qu'il y a de grandes différences des valeurs d'indice de formol minimales et maximales entre les parcelles à l'intérieur d'un même millésime.

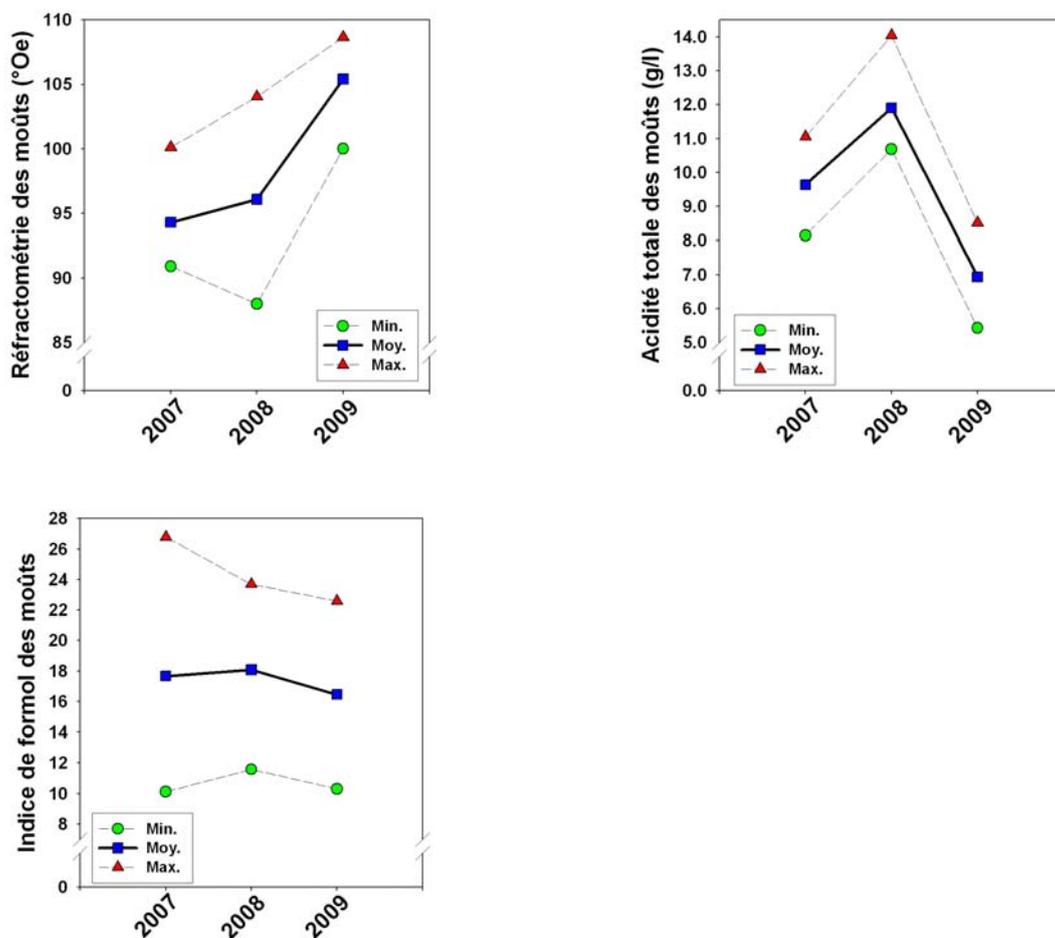


Figure 74 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Diolinoir 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool supérieurs aux deux autres millésimes (fig. 75). Les valeurs moyennes d'acidité totale et de pH en vin ont varié entre les années. Les valeurs d'acidité totale ont été plus élevées en 2008 et beaucoup plus basses en 2009. Le millésime 2008 a présenté une moins bonne maturité phénolique que les millésimes 2007 et 2009. Les valeurs d'anthocyanes, plus élevées en 2009, s'expliquent par une plus grande maturité qui a eu pour conséquence de rendre les composés phénoliques plus extractibles.

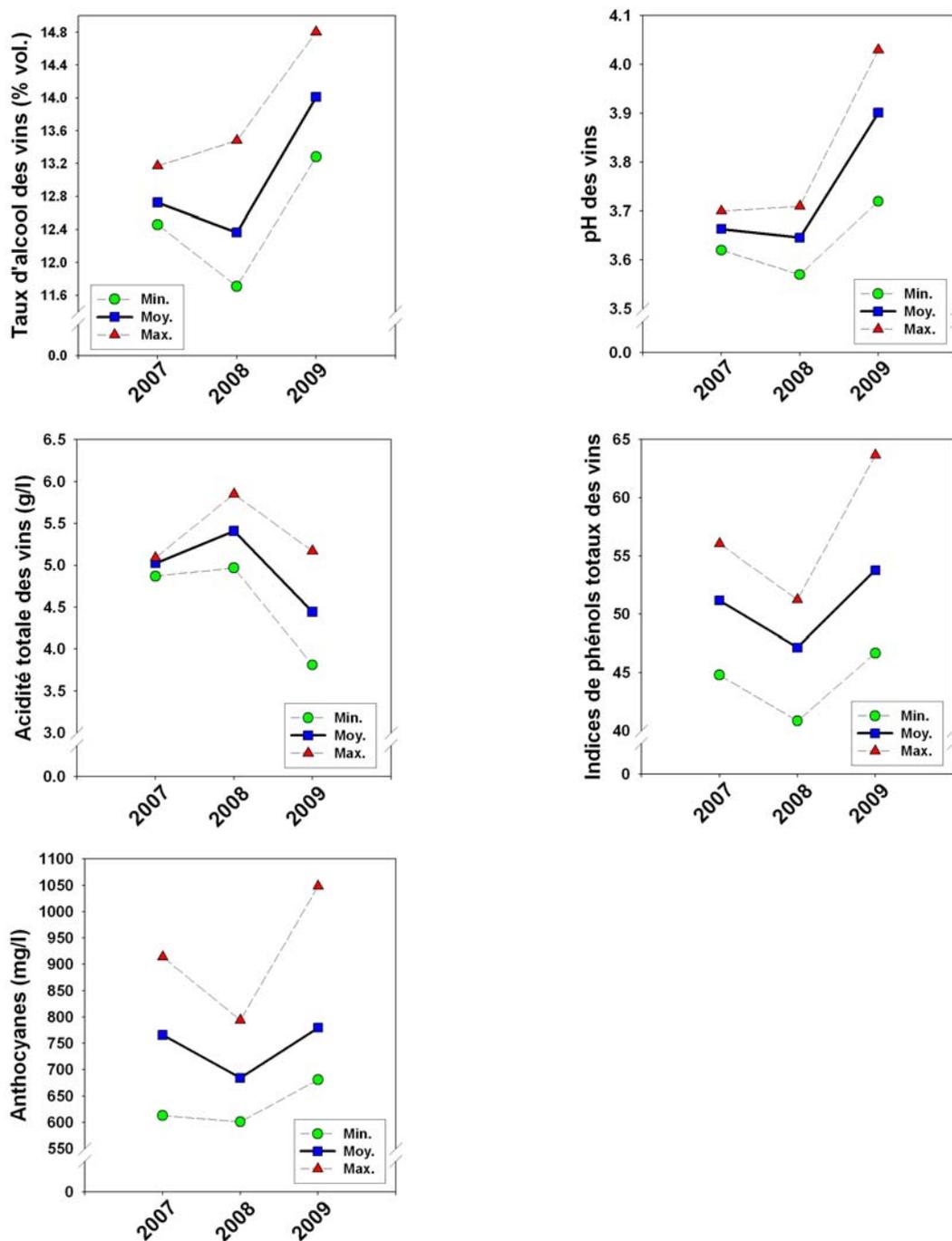


Figure 75 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Diolinoir. 2007-2009.

10.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins par le panel d'ACW montrent que le millésime 2009 (fig. 76) a été caractérisé par des valeurs plus élevées en tanins charpentés que lors des millésimes 2007 et 2008. Les millésimes 2008 et 2009 se sont avérés légèrement moins complexes olfactivement que le millésime 2007. Le millésime 2008 a été principalement qualifié avec des tanins secs, peu de tanins tendres et des valeurs un peu plus élevées en astringence. Les vins de Diolinoir du millésime 2009 ont été légèrement mieux appréciés. Les résultats démontrent qu'un millésime chaud comme 2009 a bien convenu au cépage Diolinoir (notes de qualité gustative les plus élevées).

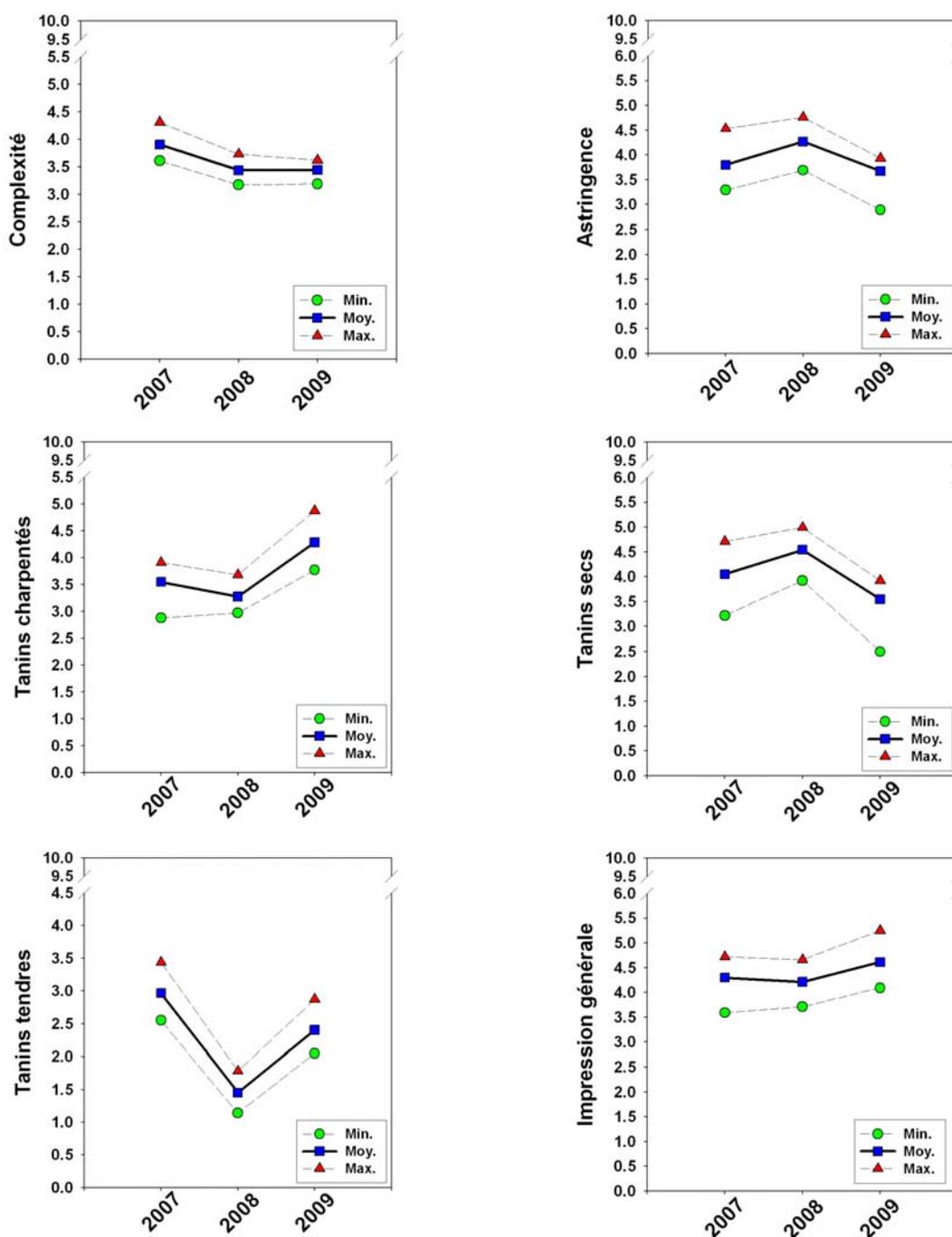


Figure 76 : Résultats des notations (0 à 10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Diolinoir 2007-2009.

10.4 Facteurs explicatifs

10.4.1 Le régime hydrique

La contrainte hydrique a été faible sur l'ensemble du réseau Diolinoir. Il n'y a pas eu de relation entre la contrainte hydrique et les résultats des analyses sensorielles.

10.4.2 L'alimentation azotée

L'alimentation azotée, mesurée à travers l'indice de formol, n'a pas joué un rôle important sur la qualité organoleptique des vins de Diolinoir. En effet, à l'exception de 2007, l'indice de formol n'a été en relation avec aucun descripteur sensoriel des vins. Toutefois en 2007, l'indice de formol a été positivement corrélé à la note des tanins tendres et la parcelle 121, qui a présenté le niveau le plus faible d'indice de formol, a produit lors des trois millésimes des vins marqués par une note généralement élevée d'astringence.

10.4.3 Le millésime

La figure 77 permet de caractériser d'une façon générale l'effet millésime sur les vins de Diolinoir au cours des trois ans d'étude. Les vins du millésime 2007 ont été caractérisés par un peu plus de complexité et de tanins tendres et ceux de 2008 par de l'acidité, de l'astringence et des tanins secs. Les vins du millésime 2009 ont été qualifiés par une plus faible acidité et par moins de tanins secs et plus de tanins charpentés. Les vins de 2009 ont été mieux appréciés que ceux de 2008 et 2007. Globalement le millésime chaud et sec de 2009 a permis aux vins de Diolinoir de gagner en qualité.

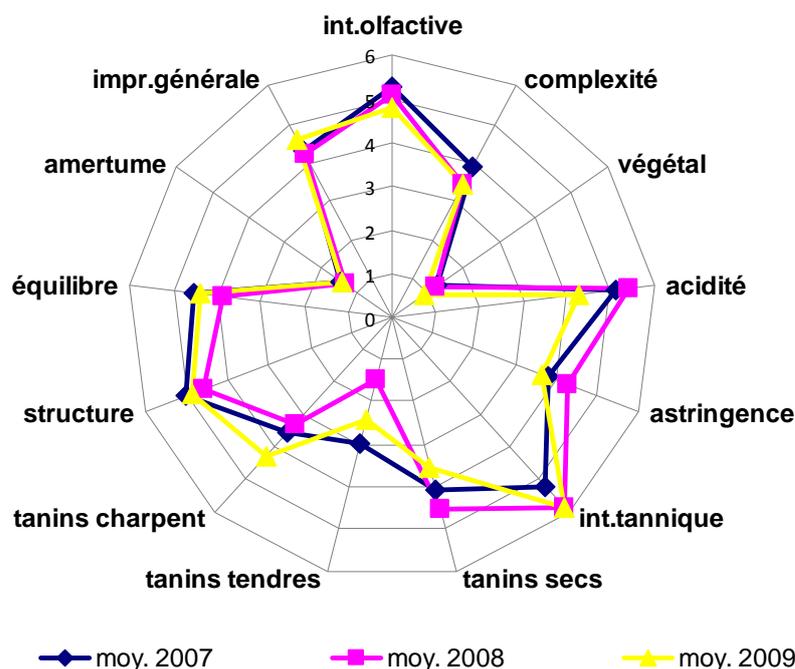


Figure 77 : Moyennes des notations (0 à 10) pour chaque millésime. Diolinoir 2007-2009.

Afin d'analyser plus précisément l'effet millésime, les vins issus de la parcelle 107 ont été dégustés par le panel de Changins en décembre 2010. La figure 78 illustre les résultats obtenus qui confirment la sensibilité de ce cépage au millésime. En effet, le millésime 2007 apparaît comme un millésime intermédiaire. Au contraire, 2009 a été profitable pour les vins et ceux-ci ont été décrits par des tanins tendres, de la structure, des tanins charpentés et de l'équilibre. Les vins de ce millésime ont été beaucoup plus appréciés que ceux de 2008 et 2007. Enfin, le millésime 2008 a été caractérisé par de l'acidité, de l'astringence et des tanins secs. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à

interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

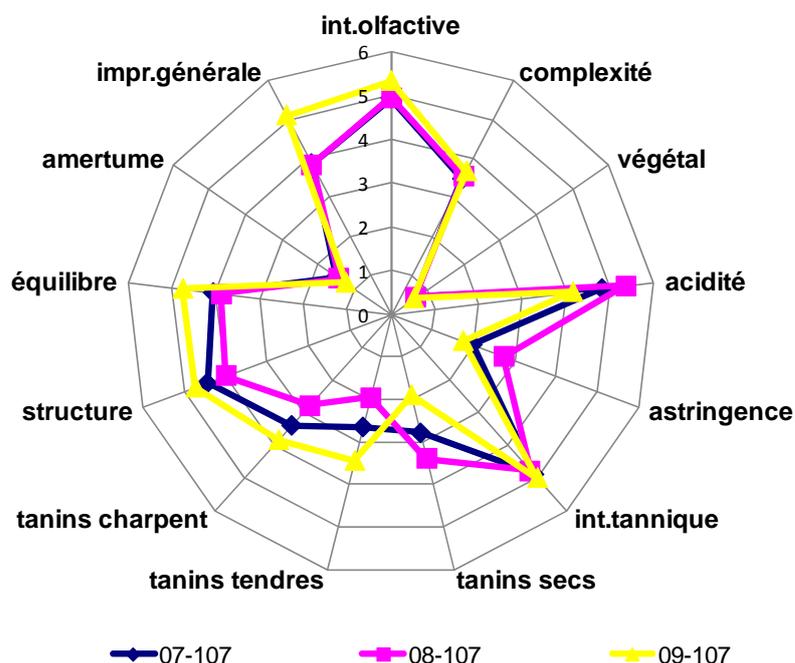


Figure 78 : Profils sensoriels des vins issus de la parcelle 107. Diolinoir 2007-2009. Dégustation décembre 2010.

10.4.4 Autres considérations

Rendements

Les rendements n'ont pas influencé significativement la qualité des vins.

Influence de la précocité

En général, les vins des parcelles précoces (acide malique au premier contrôle) présentent un profil sensoriel plus qualitatif: équilibre, tanins charpentés, bouquet épicié.

Influence de la maturité finale

Au cours du millésime 2008, qui a été plus difficile au niveau de la maturité des raisins, une relation significative a été observée entre la teneur en sucres des moûts de Diolinoir et la qualité des vins (intensité colorante, structure, persistance).

Taux de calcaire des sols

Aucun lien n'a pu être établi entre les profils sensoriels et l'évolution des sols (taux de calcaire des sols).

10.5 Conclusions

Effet millésime

- Durant les trois années d'étude, l'effet du millésime sur la qualité des vins de Diolinoir a été marqué. En effet, un millésime sec et chaud comme 2009 a bien convenu à ce cépage.

Effet site

L'alimentation hydrique

- Aucune influence d'une restriction en eau n'a été notée sur la qualité organoleptique des vins.

L'alimentation azotée

- L'alimentation azotée n'a pas été un facteur d'influence sur la qualité finale des vins.

Autres considérations

- Une influence positive de la précocité à la véraison a été notée: les parcelles précoces ont donné des vins aux qualités sensorielles assez appréciées.

11 Galotta

11.1 Fiche cépage

A. Origine

Cépage obtenu à Agroscope Changins-Wädenswil ACW en 1981, à partir d'un croisement entre Ancellotta et Gamay.



B. Phénologie

Débourrement : moyennement précoce; maturité: 1^{ère} époque tardive, mais la maturité phénolique (tanins) s'améliore avec une maturation prolongée sur souche possible grâce à sa bonne résistance au botrytis.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: moyenne à élevée.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,4 g – 1,5 g (moyen à élevé).
 - grappes: petites à moyennes et compactes.
 - niveau de production: moyen à élevé et régulier.
- *Teneur en sucres des moûts*: élevée (95-100 °Oe).
- *Acidité totale des moûts*: élevée (7-9 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: très résistant au botrytis. Le Galotta ne manifeste pas de sensibilités particulières.

D. Potentiel œnologique

- Vin très coloré. Le bouquet est discret et assez fin. Le vin est riche en tanins qui sont de bonne qualité lorsque le raisin est bien mûr (rechercher des sondages de 100 Oe et plus). Par contre, les tanins peuvent être très verts et durs en situation climatique limite.
- Une maturation prolongée sur souche améliore la qualité des vins. Le Galotta convient spécialement bien aux assemblages avec d'autres vins rouges auxquels il apporte couleur et structure quand il est bien mûr.
- Une forte carence azotée renforce les tanins secs.

E. Adaptation aux terroirs

- *Sols de prédilection*: les sols trop fertiles favorisent encore la vigueur déjà élevée du Galotta, et de ce fait ils ne sont pas favorables à ce cépage. Le Galotta supporte bien et profite d'une contrainte hydrique assez marquée.
- *Exigences climatiques*: le Galotta est un cépage très exigeant au niveau climatique. Malgré les sondages élevés, il faut de bonnes conditions thermiques pour mûrir les tanins. Il est donc conseillé d'implanter ce cépage dans les meilleures situations du vignoble.

F. Remarques générales

Le Galotta est un cépage exigeant au niveau climatique et ne doit pas être implanté en zone trop fraîche. Sa bonne résistance à la pourriture permet de le laisser mûrir sur souche et d'améliorer ainsi la qualité des tanins. Compte tenu de ses limitations, son rendement doit être bien maîtrisé pour rester à un bon niveau de qualité.

11.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 18).

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols** (RU). Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 18).

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Autres moraines			103
Peyrosols	347, 117	337, 320	
Moraines de fond			336

Tableau 18 : Répartition des parcelles de Galotta (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

11.3 Résultats principaux

11.3.1 Paramètres viticoles

Les rendements et le poids de la baie des parcelles de Galotta sont présentés à la figure 79. Les rendements de quelques parcelles n'ont pas été bien maîtrisés en 2007. Pour les deux autres millésimes, les rendements ont été mieux maîtrisés. Il n'y a eu que peu de variation des poids de la baie entre parcelles et entre millésimes.

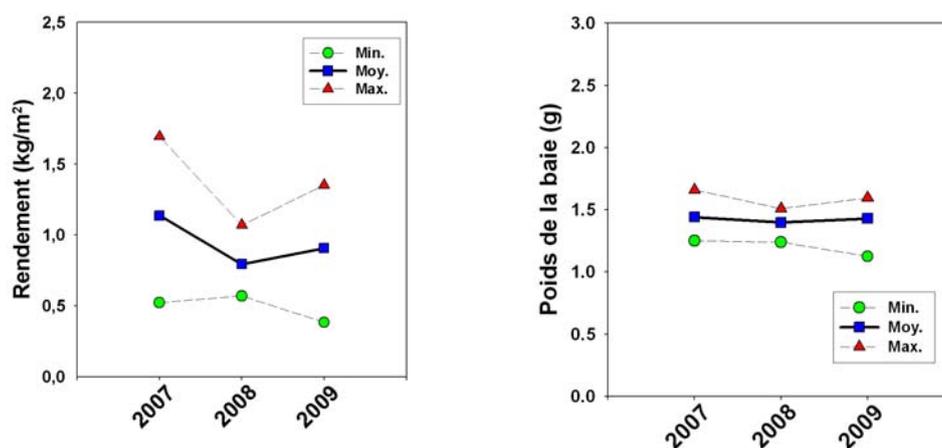


Figure 79 : Rendement, poids de la baie à la vendange. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Galotta. 2007-2009.

11.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres élevées et que le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales élevées (fig. 80). La moyenne des acidités totales de 2009 a été beaucoup plus faible par rapport à celle de 2007 et surtout de 2008. Les valeurs d'indice de formol ont assez peu varié entre les trois millésimes. On observe par contre qu'il y a une grande variation des valeurs d'indice de formol minimales et maximales entre les parcelles à l'intérieur d'un même millésime.

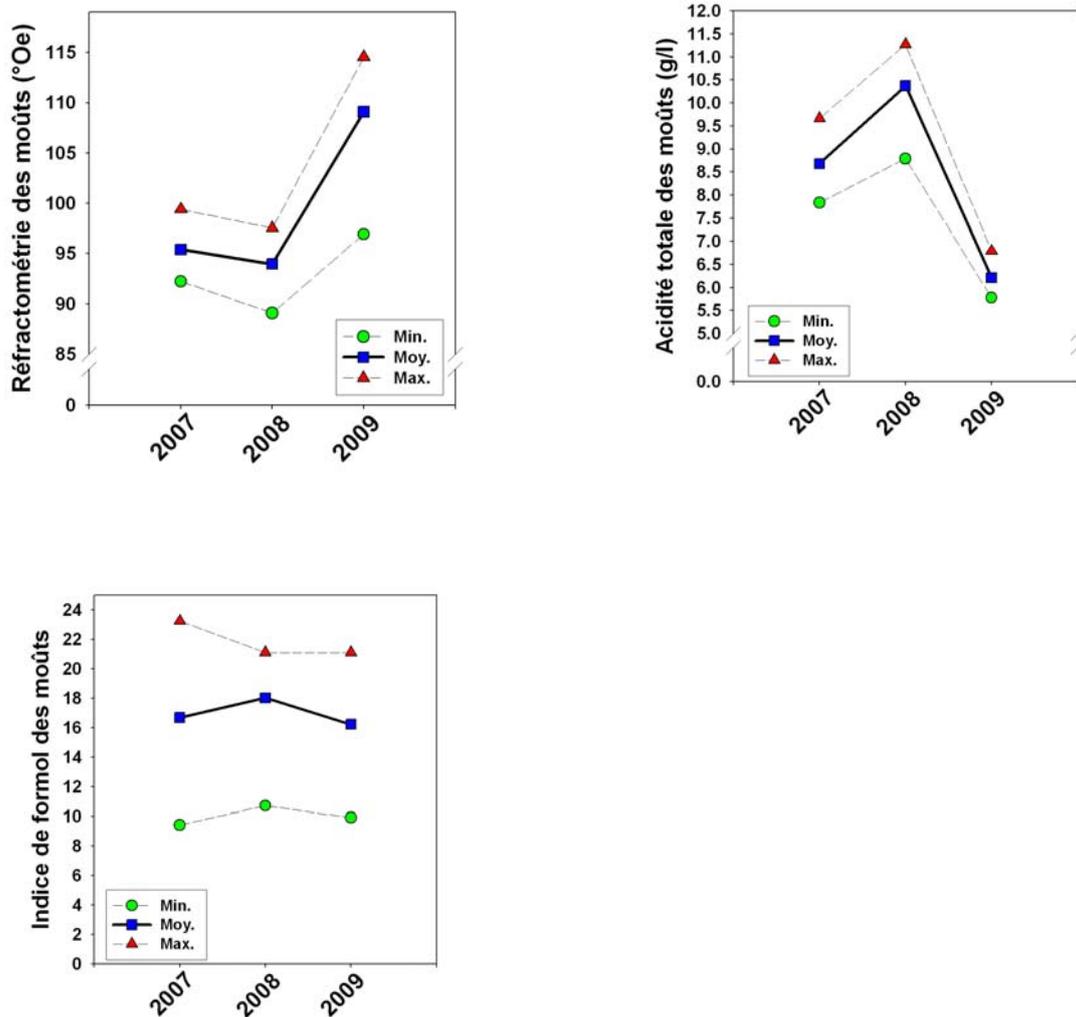


Figure 80 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Galotta 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2009 a présenté des taux d'alcool supérieurs aux deux autres millésimes (fig. 81). Les valeurs moyennes d'acidité totale et de pH ont fortement varié entre les années. Les valeurs d'acidité totale ont été plus élevées en 2008 qu'en 2007 et 2009. Le millésime 2008 a présenté une moins bonne maturité phénolique comparativement aux millésimes 2007 et 2009. Les valeurs d'anthocyanes ont été plus faibles lors du millésime 2008.

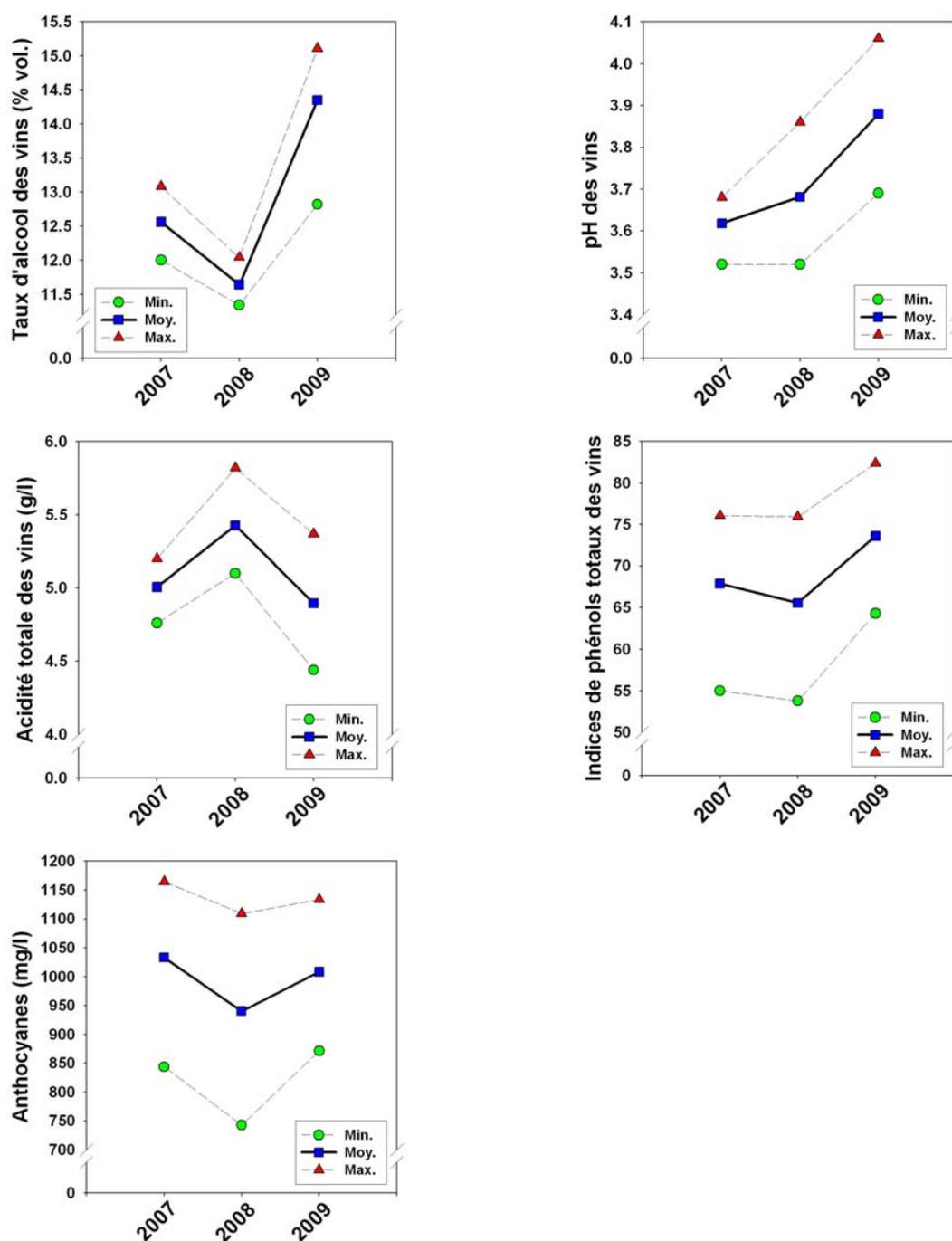


Figure 81 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Galotta 2007-2009.

11.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins par le panel d'ACW montrent que le millésime 2009 (fig. 82) a été caractérisé par des valeurs plus élevées en tanins charpentés que lors des millésimes 2007 et 2008. Le millésime 2009 s'est avéré légèrement moins complexe olfactivement que les millésimes 2007 et 2008. Le millésime 2008 a été principalement qualifié avec des tanins secs, peu de tanins tendres. Les vins de Galotta du millésime 2007 ont été moins appréciés comparativement aux deux autres millésimes.

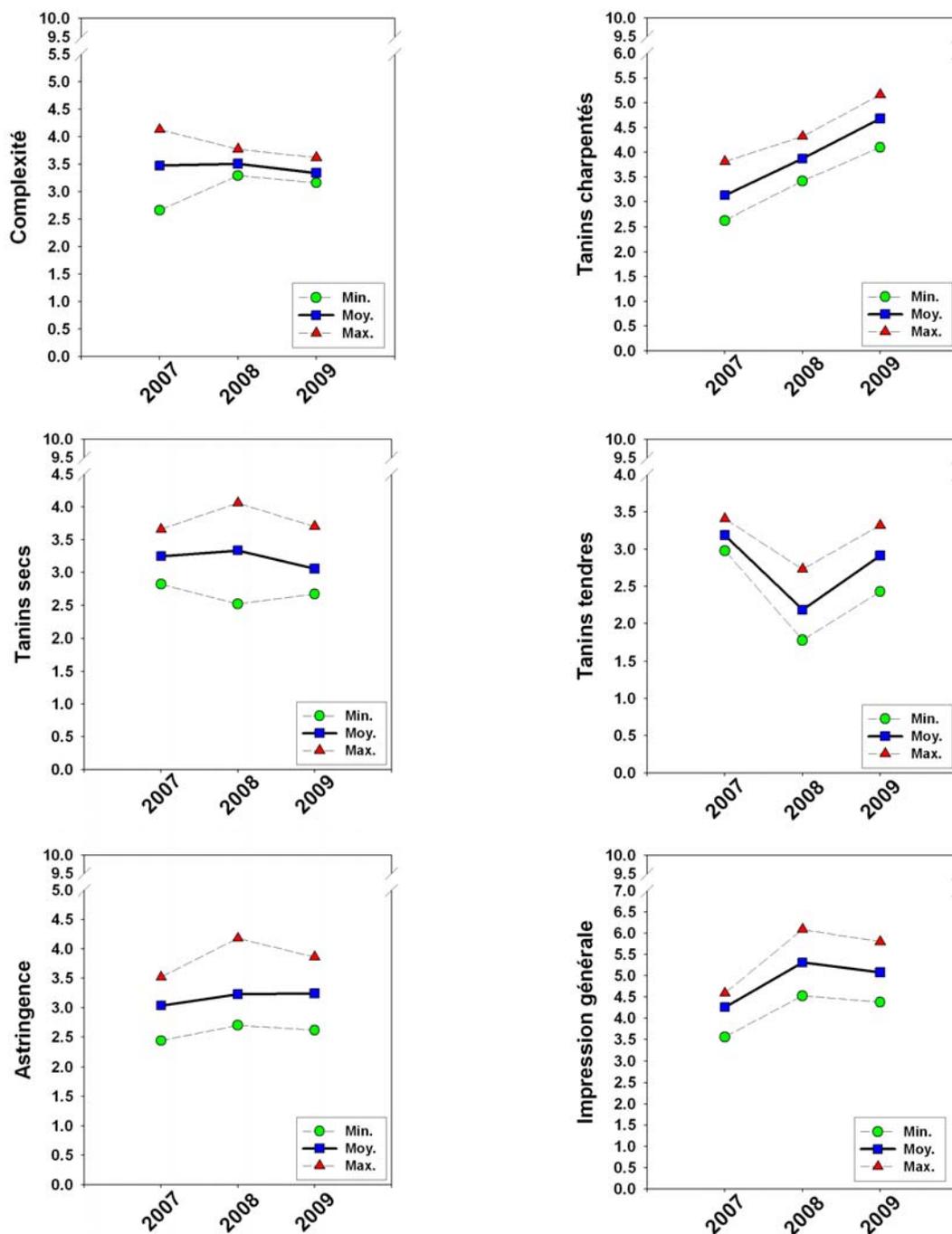


Figure 82 : Résultats des notations (0 à 10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Galotta 2007-2009.

11.4 Facteurs explicatifs

11.4.1 Le régime hydrique

Lors des trois millésimes, aucune contrainte hydrique n'a été observée sur le réseau Galotta.

11.4.2 L'alimentation azotée

La détermination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable (acides aminés + ammonium) par les levures lors de la fermentation alcoolique. L'alimentation azotée, mesurée à travers l'indice de formol, n'a pas joué un rôle important sur la qualité organoleptique des vins de Galotta. En effet, une influence a été observée uniquement au cours du millésime 2009. Par exemple, trois vins issus de parcelles dont les indices de formol variaient entre 17.4 et 21 ont été jugés positivement par de l'intensité olfactive, des tanins tendres, de la structure et de l'équilibre. Au contraire, deux autres vins, dont les indices de formol étaient de 12.2 et 9.9, ont été jugés négativement en raison de l'acidité élevée, des tanins secs et de l'astringence. De plus, en 2009, la variable de l'indice de formol était négativement corrélée avec les descripteurs gustatifs tanins secs et astringence.

11.4.3 Le millésime

La figure 83 permet de caractériser d'une façon générale l'effet millésime sur les vins de Galotta au cours des trois ans d'étude. Les vins du millésime 2007 ont été caractérisés par une plus faible intensité tannique, peu de tanins charpentés et une légère amertume. Les vins du millésime 2008 ont été marqués par de l'acidité et peu de tanins tendres. Le millésime 2008 a été caractérisé par des tanins charpentés et plus de structure. Les vins de 2008 et 2009 ont été un peu mieux appréciés que ceux de 2007. Mais globalement le millésime chaud et sec de 2009 a permis aux vins de Galotta de gagner en qualité.

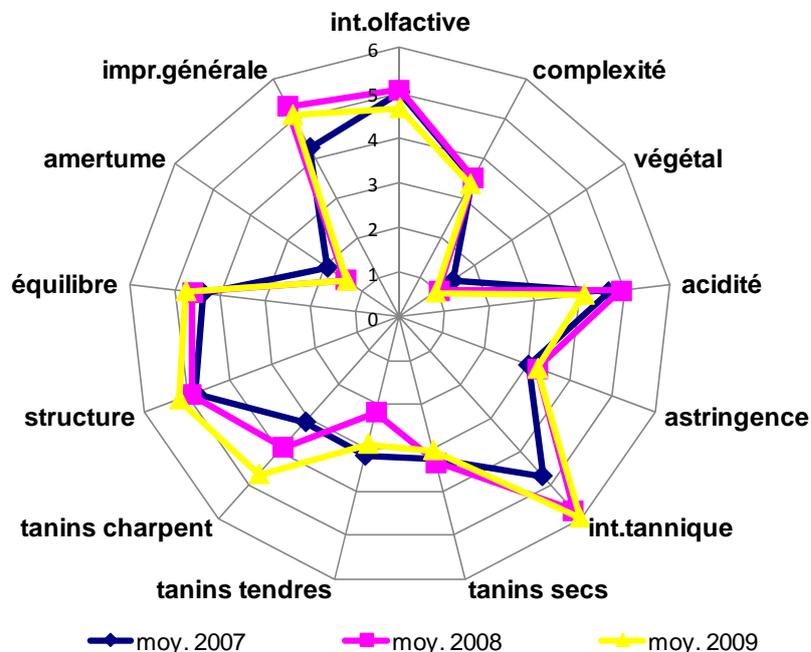


Figure 83 : Moyennes des notations (0 à 10) pour chaque millésime. Galotta 2007-2009.

Afin d'illustrer plus précisément l'effet millésime, les vins issus de la parcelle 320 ont été dégustés par le panel de Changins en décembre 2010. La figure 84 illustre les résultats obtenus qui confirment la sensibilité du cépage Galotta au millésime. En effet, 2009 a été profitable pour le vin de la parcelle

320 et celui-ci a été décrit par plus d'intensité tannique, de tanins tendres et charpentés, de structure et d'équilibre. Il a été plus apprécié comparativement aux millésimes 2008 et 2007. Le millésime 2007 apparaît comme un millésime intermédiaire et 2008 est globalement le moins qualitatif. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

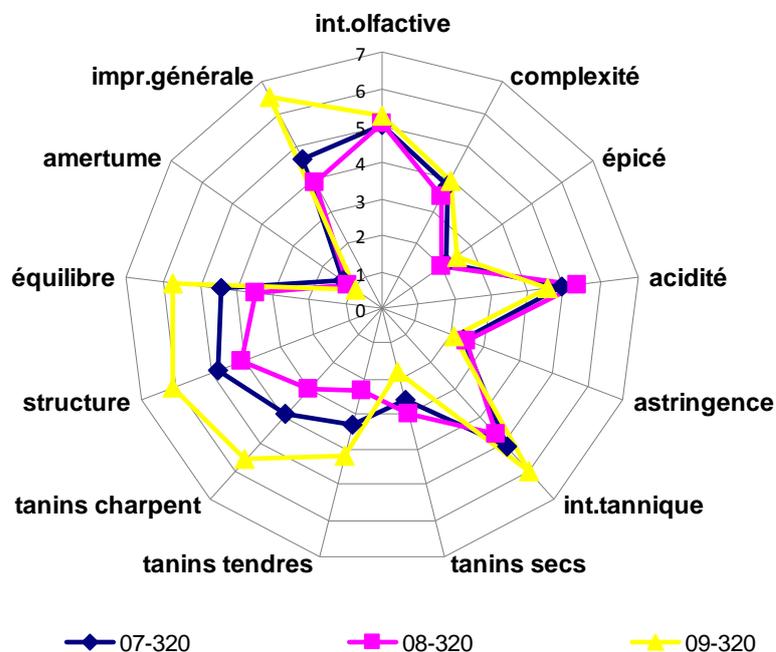


Figure 84 : Profils sensoriels des vins issus de la parcelle 320. Galotta 2007-2009. Dégustation décembre 2010.

11.4.4 Autres considérations

Rendements

Un effet du rendement sur la qualité des vins a été observé en 2007 uniquement. En effet, lors de ce millésime, les rendements de quelques parcelles de Galotta n'ont pas été suffisamment maîtrisés. En conséquence, les parcelles plus chargées ont donné des vins avec une acidité plus marquée, moins de tanins tendres et une couleur plus faible.

Influence de la précocité

Lors du millésime 2008, un effet positif de la précocité (teneur en sucres et en acide malique au premier contrôle) sur la qualité des vins a été observé. Les parcelles plus précoces ont donné des vins avec moins de caractères végétaux au nez, moins d'astringence et possédant une qualité générale supérieure. Pour les deux autres millésimes, aucune relation n'a pu être établie entre la précocité et les caractéristiques des vins.

Taux de calcaire des sols

Aucun lien n'a pu être établi entre les profils sensoriels et le taux de calcaire des sols.

Influence de l'indice climatique

L'indice climatique n'a pas été un facteur d'influence pour la qualité finale des vins.

11.5 Conclusions

Effet millésime

- Durant les trois années d'étude, l'effet du millésime sur la qualité des vins de Galotta a été marqué. En effet, un millésime sec et chaud comme 2009 a bien convenu à ce cépage.

Effet site

L'alimentation hydrique

- Dans les conditions de notre étude, aucune influence d'une restriction en eau n'a été notée sur la qualité organoleptique des vins.

L'alimentation azotée

- L'alimentation azotée n'a pas été un facteur d'influence sur la qualité finale des vins.

Autres considérations

- En 2008, une influence positive de la précocité à la véraison a été notée : les parcelles précoces ont donné des vins aux qualités sensorielles assez appréciées.

12 Garanoir

12.1 Fiche cépage

A. Origine

Cépage obtenu à Agroscope Changins-Wädenswil ACW en 1970, à partir d'un croisement entre Gamay et Reichensteiner.



B. Phénologie

Débourrement : précoce; maturité: précoce.

C. Aptitude agronomique

- *Vigueur*: faible.
- *Potentiel de production*:
 - poids moyen de la baie à la vendange: 1,8 g - 2 g (moyen à élevé).
 - grappes: moyennes à grandes et compactes.
 - niveau de production: élevé.
- *Teneur en sucres des moûts*: moyenne (90-92 °Oe).
- *Acidité totale des moûts*: faible (4.5-6 g/L).
- *Accidents, carences et maladies*: bonne résistance à la pourriture grise, mais peut être sujet à une attaque de botrytis en fin de maturation. Sa précocité à la véraison exige une protection contre les oiseaux en zones exposées.

D. Potentiel œnologique

- Vin coloré et souple. Le bouquet est complexe et marqué par des notes de fruits et d'épices.
- En zones trop chaudes, le Garanoir peut présenter des déséquilibres entre l'alcool et l'acidité.
- Le Garanoir convient bien aux assemblages en leur apportant souplesse et puissance.

E. Adaptation aux terroirs

- *Sols de prédilection:* le Garanoir s'adapte bien aux différents types de sols du canton de Vaud. Peu sensible au stress azoté, les moûts de Garanoir sont caractérisés naturellement par des valeurs basses en indice de formol.
- *Exigences climatiques:* le Garanoir s'adapte bien aux différentes conditions climatiques du vignoble vaudois. A éviter en situations trop chaudes et trop précoces, en raison de sa très grande précocité.

F. Remarques générales

Le Garanoir est un cépage précoce qui semble convenir aux différentes situations pédo-climatiques du canton de Vaud. Il paraît peu exigeant au niveau de l'alimentation azotée. Du fait de sa précocité et de son faible niveau d'acidité, il est conseillé de le réserver aux zones moins favorables.

12.2 Les sols du réseau

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, un regroupement a été effectué et a conduit à 7 grands types de sol. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'une ou l'autre des 7 catégories géopédologiques (tab. 19).

Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols (RU)**. Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur racinaire et s'exprime en mm d'eau (Letessier et Fermond, 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en 3 classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (>150 mm) (tab. 19).

Types de sol / RU	Faible	Moyenne	Forte
Moraines de fond		345, 313	226, 346
Autres moraines	207	201	
Peyrosols	312	352	335, 326
Colluviosols			353, 344, 314
Marnes			422, 219

Tableau 19 : Répartition des parcelles (avec leur numéro) en fonction des types de sol et de leur réserve utile (RU).

12.3 Résultats principaux

12.3.1 Paramètres viticoles

Les rendements ainsi que les poids de la baie à la vendange pour les parcelles de Garanoir sont présentés à la figure 85. Les rendements ont été dans la majorité des cas bien maîtrisés. Des écarts importants des poids de la baie ont été observés en 2007 et 2008.

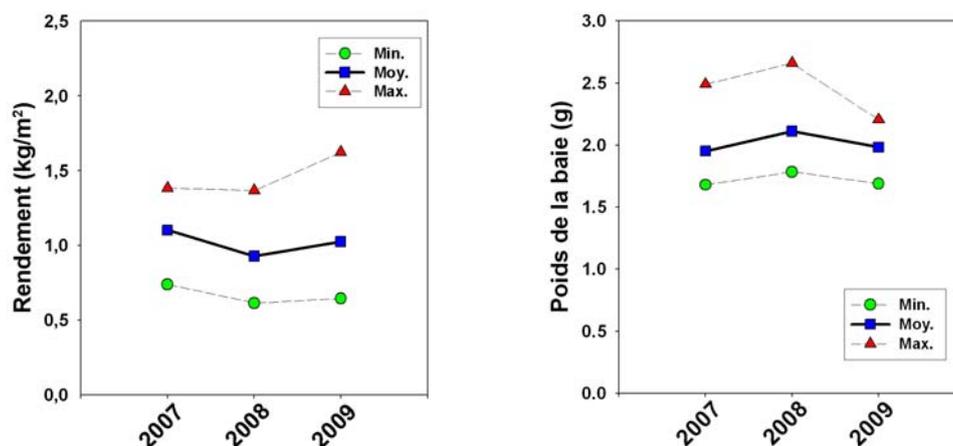


Figure 85 : Rendement, poids de la baie à la vendange. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Garanoir. 2007-2009.

12.3.2 Analyses chimiques

Moût

Les résultats des analyses chimiques en moût montrent que le millésime 2009 a présenté des teneurs en sucres élevées et que le millésime 2008 a été marqué par des acidités totales plus élevées (fig. 86). On remarque qu'il y a de grands écarts des valeurs minimales et maximales des teneurs en sucres entre les parcelles lors du millésime 2007. Les valeurs des indices de formol ont varié au cours des trois millésimes, le millésime 2008 ayant des valeurs plus élevées.

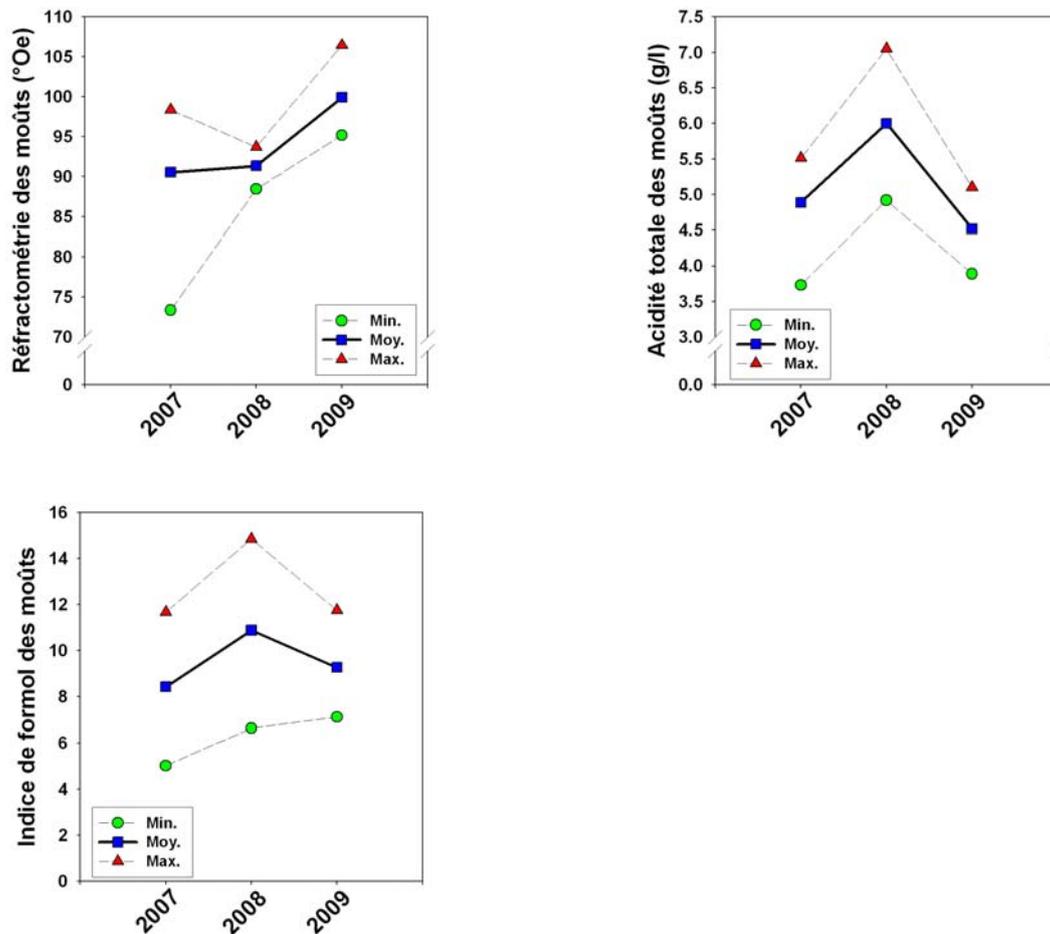


Figure 86 : Caractéristiques chimiques en moût. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Garanoir 2007-2009.

Vin

Les résultats des analyses chimiques en vin montrent que le millésime 2008 a présenté des taux d'alcool plus bas comparativement aux millésimes 2007 et 2009 (fig. 87). Les valeurs de pH ont légèrement augmenté en 2009 et le millésime 2008 a présenté une moins grande maturité phénolique. Les valeurs d'anthocyanes ont été plus basses en 2007. Ces observations montrent que le cépage Garanoir est relativement peu sensible à l'effet millésime.

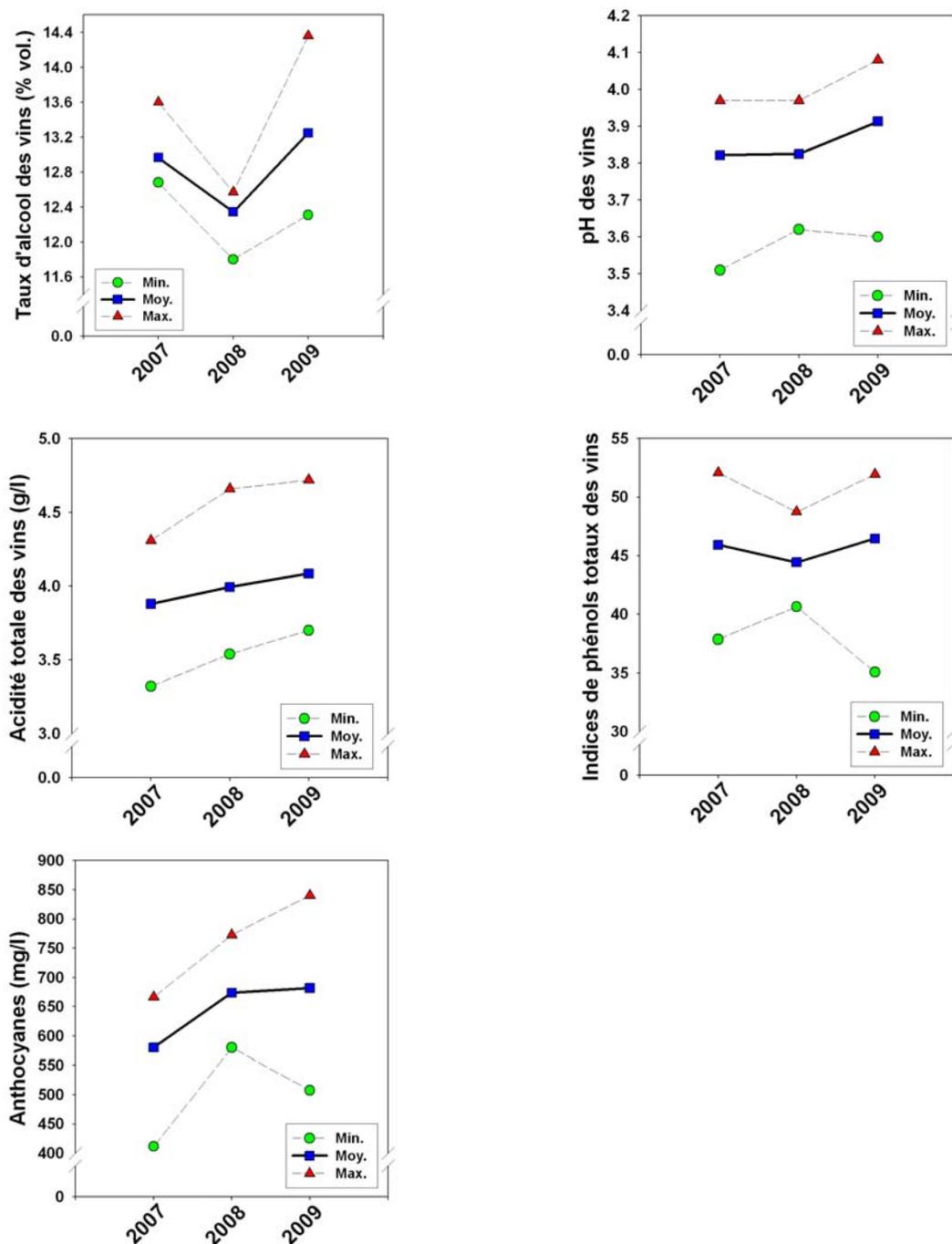


Figure 87 : Caractéristiques chimiques en vin. Valeurs minimales, maximales et moyennes. Garanoir 2007-2009.

12.3.3 Analyses sensorielles

Les résultats des dégustations des vins par le panel d'ACW montrent que le millésime 2007 (fig. 88) était peu pourvu en tanins charpentés. C'est même en 2007 que les vins ont été décrits avec le plus de tanins secs comparativement à 2008 et 2009. Le millésime 2009 a été qualifié avec le moins de tanins tendres. Globalement, les vins du millésime 2008 ont été plus appréciés pour leur absence de tanins secs et leur faible astringence.

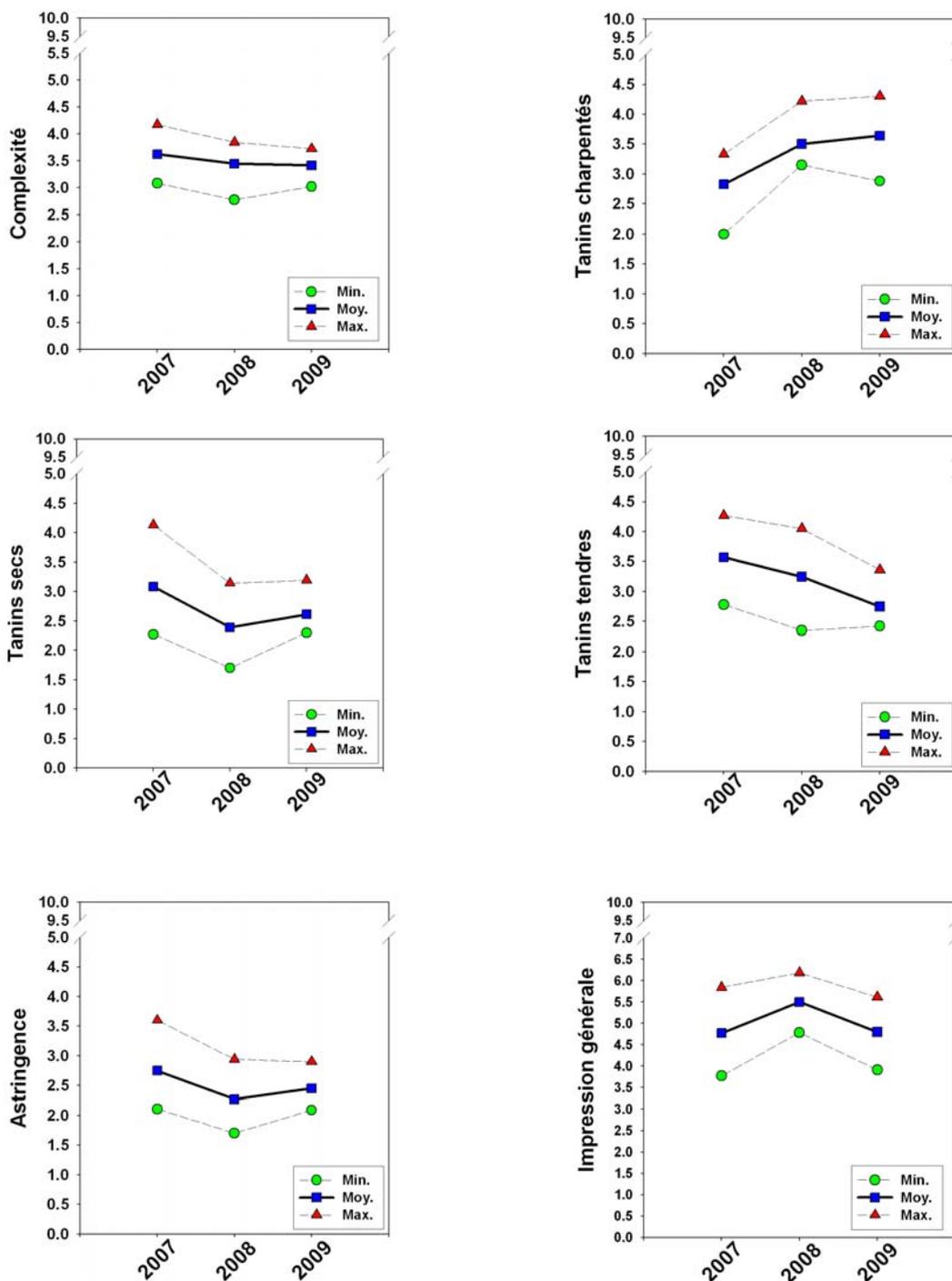


Figure 88 : Résultats des notations (0 à 10). Valeurs minimales, maximales et moyennes. Garanoir 2007-2009.

12.4 Facteurs explicatifs

12.4.1 Le régime hydrique

Pour les millésimes 2007 et 2008, le régime hydrique n'a pas eu d'influence sur la physiologie et la qualité des vins. En 2009, le régime hydrique a influencé le poids de la baie, mais il n'a eu aucun effet sur les résultats des analyses sensorielles.

12.4.2 L'alimentation azotée

La détermination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable par les levures lors de la fermentation alcoolique. L'indice de formol n'a pas joué un rôle important sur la qualité organoleptique des vins. Cependant, l'indice de formol est toujours apparu négativement corrélé au cours des trois ans avec les descripteurs astringence et tanins secs. Mais, l'alimentation azotée n'a exercé une réelle influence sur les caractéristiques organoleptiques des vins qu'en 2008. Par exemple, les quatre vins décrits par des tanins secs, de l'acidité et de l'amertume avaient tous des indices de formol bas. Il n'y a pas de tendances claires pour les autres millésimes, la fourchette des indices de formol n'ayant jamais été très étendue pour ce cépage.

12.4.3 Le millésime

La figure 89 permet de caractériser d'une façon générale l'effet millésime sur les vins de Garanoir au cours des trois ans d'étude. Les moyennes des profils sensoriels sont assez semblables d'un millésime à l'autre. Néanmoins, une très petite différence existe sur l'évaluation des tanins, avec le millésime 2007 qui a plus de tanins tendres par rapport au millésime 2009. Le millésime 2008 semble au final avoir été mieux apprécié pour son intensité olfactive et son meilleur équilibre. Globalement, le cépage Garanoir n'est pas significativement influencé par le millésime.

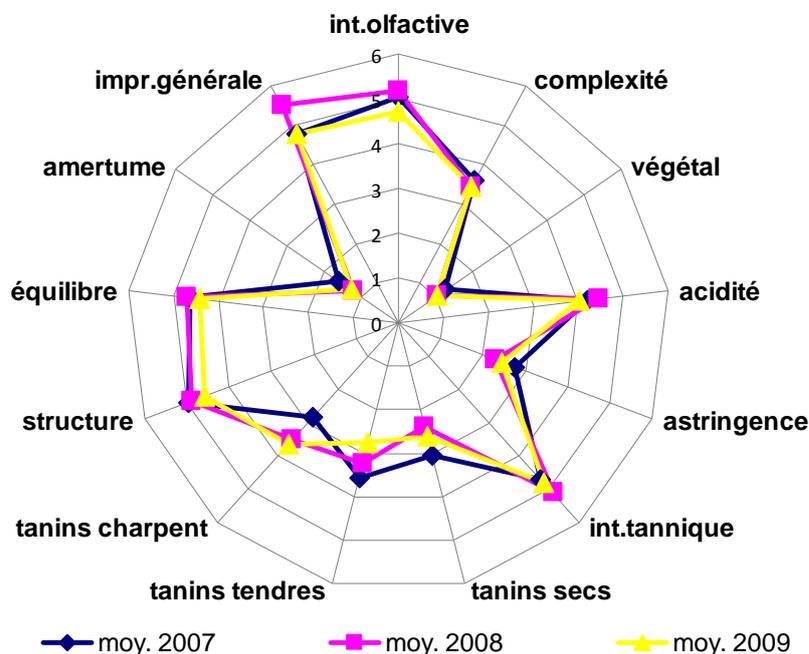


Figure 89 : Moyennes des notations (0 à 10) pour chaque millésime. Garanoir 2007-2009.

Afin d'illustrer plus précisément le comportement du cépage Garanoir dans son évolution, les vins issus de la parcelle 219 ont été dégustés par le panel de Changins en décembre 2010. La figure 90 illustre les résultats obtenus qui confirment à nouveau la faible sensibilité de ce cépage au millésime, aussi au cours du temps. Les profils sensoriels sont assez semblables avec tout de même une meilleure appréciation du vin du millésime 2008 pour ses tanins charpentés, sa structure et son

meilleur équilibre. Néanmoins, la comparaison entre millésimes est à interpréter avec précaution. En effet, les vins n'ont pas été dégustés en même temps et par conséquent, les résultats sensoriels sont à considérer plus comme des valeurs relatives qu'absolues.

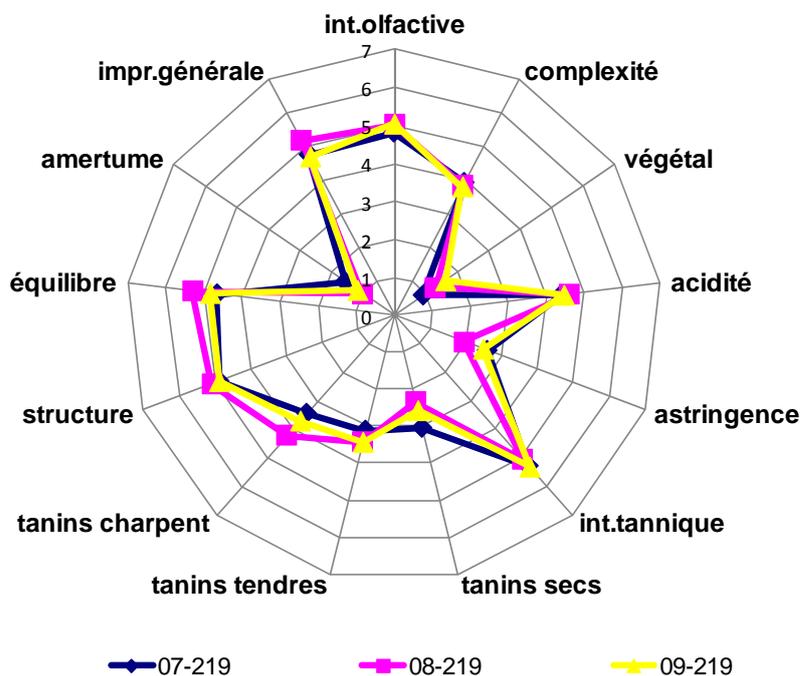


Figure 90 : Profils sensoriels (notes de 0 à 10) des vins issus de la parcelle 219. Garanoir 2007-2009. Dégustation décembre 2010.

12.4.4 Autres considérations

Rendements

Lors des millésimes 2007 et 2008, les parcelles les plus chargées ont donné en général des vins avec une intensité colorante plus faible. Aucun autre descripteur sensoriel n'a été en relation avec les rendements.

Influence de la précocité

La précocité à la véraison n'a eu aucune influence sur les caractéristiques sensorielles des vins de Garanoir.

Influence de la maturité finale

La teneur en sucres des moûts, plus que l'acidité totale, a été liée lors des trois années à la qualité des vins. Un moût plus riche en sucres a influencé de manière positive la qualité des vins: une meilleure qualité des tanins, plus d'intensité olfactive et une couleur plus soutenue.

Taux de calcaire des sols et influence de l'indice climatique

Aucun lien n'a pu être établi entre les profils sensoriels des vins de Garanoir et le taux de calcaire des sols ou l'indice climatique des parcelles.

12.5 Conclusions

Effet millésime

- Durant les trois années d'étude, l'effet du millésime sur la qualité des vins de Garanoir a été peu marqué.

Effet site

L'alimentation hydrique

- Aucune influence d'une restriction en eau n'a été notée sur la qualité organoleptique des vins au cours des trois années d'étude.

L'alimentation azotée

- L'alimentation azotée n'a pas été un facteur d'influence sur la qualité finale des vins.

Autres considérations

- Une influence positive des moûts riches en sucres sur la qualité finale des vins a été observée.

13 Bibliographie

Aerny J. (1996) Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture* 28 (3).

Letessier I. et Fermond C. (2004) Etude des terroirs viticoles vaudois (Suisse), Géo-pédologie. Rapport SIGALES, Letessier-Fermond, 38410 St Martin d'Uriage.

Pythoud K. et Caloz R. (2004) Cartes climatiques du vignoble vaudois. Laboratoire de systèmes d'information géographique. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). 1015 Lausanne.