



## Réduction de la teneur en sucre des moûts

P Cottereau, D Solanet : ITV France - Domaine de Donadille 30230 Rodilhan

[philippe.cottereau@itvfrance.com](mailto:philippe.cottereau@itvfrance.com), [dominique.solanet@itvfrance.com](mailto:dominique.solanet@itvfrance.com)

P Vuchot, E Ferment : Inter Rhône - 2260 Route du Grès 84100 Orange

[pvuchot@inter-rhone.com](mailto:pvuchot@inter-rhone.com), [eferment@inter-rhone.com](mailto:eferment@inter-rhone.com)

P Noilet, Vaslin Bucher - rue Gaston Bernier BP 28 49290 Chalonnes sur Loire

[pascal.noilet@vaslin-bucher.fr](mailto:pascal.noilet@vaslin-bucher.fr)

### Congrès de l'OIV – Juin 2006

Pour atteindre une maturité phénolique et aromatique idéale, il est parfois nécessaire d'attendre et d'obtenir en final un vin très alcoolisé. Dans ces cas de figure, des technologies de séparation sélective pourraient apporter des solutions (Wucherpennig, 1980) (Escudier, 1990). L'idée novatrice du programme de recherche mis en place par Vaslin – Bucher, l'ITV et Inter Rhône est d'étudier les possibilités de réduction de la teneur en sucre de la vendange ou en alcool des vins et d'étudier les conséquences en termes de profils des produits obtenus.



Des essais ont été réalisés au cours du millésime 2005 en utilisant le procédé REDUX<sup>®</sup> développé par la société Vaslin Bucher, afin de réduire la concentration en sucre des moûts avant mise en fermentation. Ceux-ci ont été conduits en Languedoc-Roussillon par ITV France et par Inter Rhône pour des appellations de la Vallée du Rhône (Côtes du Rhône et Beauges de Venise).

Deux types d'essais sont réalisés, soit en petits volumes en utilisant un pilote équipé de 6,5 m<sup>2</sup> en ultrafiltration et 7 m<sup>2</sup> en nanofiltration, soit en caves coopératives sur des lots industriels avec un appareil d'ultrafiltration de 200 m<sup>2</sup> et un nanofiltre de 300 m<sup>2</sup>. Ces essais se font dans le cadre d'une dérogation prévue dans le règlement européen n° 1493 /1999 – article 46.

L'ultrafiltration est un procédé de séparation physique utilisant une membrane. Elle s'applique à la séparation de particules de 0,01 à 0,1 µm.

La nanofiltration est une technique membranaire relativement récente qui couvre un domaine de séparation intermédiaire entre l'ultrafiltration et l'osmose inverse dans la famille des procédés à membranes sous pression (Noilet, 2004). Les capacités de séparation de cette technique se situent :

- pour les composés organiques, dans une gamme de poids moléculaire allant de 200 à 600 daltons,
- pour les sels minéraux, dans une forte rétention globale des espèces ioniques à de faibles concentrations.

Le passage des molécules à travers la membrane est généralement exprimé par leur taux de rétention (=  $[1 - (\text{conc. finale} / \text{conc. initiale})] \times 100$ ) (Noilet, 2004).

La couche active de ces nanofiltres est constituée d'un matériau organique ou inorganique présentant une structure microporeuse avec des diamètres de pores de l'ordre du nanomètre (Maurel, 1989).

**Tableau 1** : Comparaison des systèmes de filtration en fonction du seuil de coupure

	Définition	Seuil de coupure	Niveau	Pression de travail
F	Filtration	De 1 à 100 $\mu\text{m}$	Particules / Micro-organismes	1 à 5 bars
MF	MicroFiltration	De 0,1 à 1 $\mu\text{m}$	Microorganismes	1 à 5 bars
UF	UltraFiltration	De 0,01 à 0,1 $\mu\text{m}$	Macro-molécules	5 à 10 bars
NF	NanoFiltration	De 0,001 à 0,01 $\mu\text{m}$	Molécules	20 à 80 bars
OI	Osmose Inverse	< 0,001 $\mu\text{m}$	Ion / solvant	40 à 100 bars

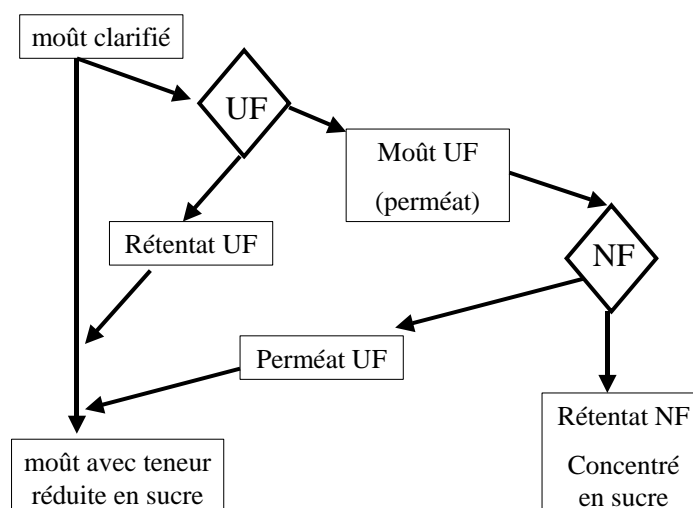
La nanofiltration et l'ultrafiltration sont mises en œuvre selon le principe de la filtration tangentielle avec un transfert de matière à travers la membrane dû à un gradient de pression pouvant varier de 5 à 80 bars selon les procédés (tableau 1).

L'ultrafiltration dans le procédé REDUX<sup>®</sup> est utilisée afin de séparer les macromolécules du moût avant concentration (notamment la couleur). La pression osmotique du moût ultrafiltré est de ce fait plus faible. La concentration en sucre par la nanofiltration peut donc être supérieure. Plus la concentration en sucre est importante et plus la perte de volume est faible (élimination d'un semi-concentré d'environ 400g/L de sucre). D'autre part, le rétentat enrichi en macromolécules est réintroduit dans le moût d'origine. Au final, le vin traité fini sera moins riche en alcool mais plus riche en extrait sec.

La nanofiltration permet d'obtenir des débits plus importants que l'osmose inverse. Le seuil de coupure plus important de la membrane laisse diffuser des acides et du potassium dans le perméat. Ceci permet de réintroduire une partie de l'acidité avec l'eau récupérée dans le moût avant fermentation. C'est un avantage car les moûts très mûrs sont en général peu acides, une élimination de cette acidité serait défavorable. L'équilibre acide du moût traité sera peu modifié au final.

## Matériels et méthodes

**Schéma** du principe du procédé REDUX<sup>®</sup> :



## Les essais

- Au niveau minicuverie : 6 essais ont été réalisés sur 4 cépages différents. L'objectif est de comparer sur une même parcelle la vendange récoltée précocement pour obtenir naturellement un faible degré, la vendange vinifiée à maturité et la même vendange ramenée à un degré proche de celui de la première date de vendange grâce au procédé REDUX® (tableau 2 - pas de récolte précoce pour le cépage mourvèdre).

**Tableau 2** : Liste des essais réalisés avec le procédé REDUX® - Millésime 2005

Organisme	Niveau	Cépage	Vinification	N°
ITV France	minicuverie	Mourvèdre	Rouge traditionnelle	1
		Mourvèdre	Rosé	2
		Cabernet sauvignon	Rouge traditionnelle	3
		Merlot	Rouge traditionnelle	4
	Cave coopérative de Calvisson	Merlot	Sur moût issu de thermotraitement	5
Inter Rhône	minicuverie	80% Grenache 20% Syrah (Piolenc)	Rouge traditionnelle	6
		Grenache (Sérignan)	Rouge traditionnelle	7
	Cave coopérative de Beaume de Venise	80% Grenache 20% Syrah	Rouge traditionnelle	8
	Cave coopérative de Chusclan	Grenache, Clairette, Carignan	Rosé	9

- Au niveau industriel (caves coopératives) : 3 essais ont été réalisés, 2 sur des appellations de la Vallée du Rhône et 1 sur Merlot en vin de pays du Gard (tableau 2). Avec des essais sur des cuvées de 70 à 430 hl, il est trop difficile d'obtenir des lots homogènes sur deux dates de récolte différentes, la modalité « degré naturel faible » n'a pas été réalisée.

## Description des matériels

Pour ces essais deux types d'installations ont été utilisés. La première est une installation pilote de faible capacité ayant servi pour les essais minicuverie. La deuxième correspond à une installation industrielle utilisée dans le cadre des essais Cave coopérative.

- Description du matériel pilote
  - o Le pilote d'ultrafiltration est composé d'une pompe volumétrique (pompe queue de cochon), assurant la pression et la vitesse de circulation, alimentant un module d'une membrane spiralée de 4 pouces. La pression de filtration est régulée par une vanne en sortie de module. Le moût est ensuite refroidi par un échangeur à plaques en sortie de concentrat.
  - o Le pilote de nanofiltration comprend une pompe volumétrique de type trois pistons alimentant une membrane de 4 pouces, une vanne de détente en sortie de concentrat permet de réguler la pression. La maîtrise de température est assurée par un échangeur à plaques en sortie de concentrat.

Cette installation permet de traiter 10 hl de moût par jour pour une réduction de 2 % vol alcool probable.

- Description de l'équipement industriel

- Le premier étage correspond à un filtre en batch alimenté, une pompe volumétrique alimente une boucle de circulation, cette boucle comprend une pompe de type centrifuge alimentant 4 modules de membrane spiralée. La pression est réglée par la pompe d'alimentation.
- Le deuxième étage comprend trois modules montés en série alimentés par une pompe volumétrique, la pression est réglée par une vanne de détente en sortie rétentat. Il est équipé d'un capteur de débit relié à l'automate et d'un capteur de pression électronique.

La capacité de traitement de cette installation est de 400 hl de moût pour une réduction de 2% vol alcool probable.

Les volumes de saignées ainsi que les volumes à extraire pour le premier et deuxième étage sont déterminés en fonction du niveau de réduction en sucre. Les conditions de pression sont respectivement de 3 et 75 bars pour le premier et deuxième étage. La température de travail est réglée à 15°C.

## Mise en œuvre des procédés

Pour les vinifications en rosé (serait identique pour des vinifications en blanc), le traitement est réalisé après le débouillage à froid en présence d'enzyme afin d'obtenir des produits de turbidité faible. L'objectif initial de réduction du degré probable étant de 2%, 30% du volume est filtré par Ultrafiltration, le rétentat est réincorporé à la cuvée initiale et le volume filtré est concentré par Nanofiltration jusqu'à environ 400 g/L de sucre. Le perméat est réintroduit dans la cuvée.

Pour la vinification en rouge « thermotraitement », la saignée extraite lors du traitement de la vendange est filtrée (rotatif sous-vide) et est traitée par le procédé REDUX. Les jus thermotraités sont de leur côté filtrés et levurés dès remplissage des cuves de réception. Les fractions issues du procédé sont réincorporées après les traitements dans une cuve en pleine fermentation.

Pour la vinification en rouge traditionnelle, une saignée d'environ 30% du volume total probable est réalisée. Sur ce jus, un débouillage à froid en présence d'enzyme est pratiqué et le traitement REDUX est appliqué après le débouillage. La cuvée initiale a été levurée après la réalisation de la saignée et les fractions sont réintroduites sur la cuve en fermentation (décalage de 24 à 48h par rapport au levurage).

## Résultats

### 1- Suivi analytique du traitement sur les moûts (tableau 3)

Les taux de rétention en ultrafiltration pour les sucres, les acides, le potassium sont pratiquement nuls. Ces espèces chimiques ne sont pas retenues par la membrane. Par contre, les anthocyanes et les polyphénols sont fortement retenus de 50 à 80 % selon les essais. Les macromolécules de poids moléculaire supérieur à celui des anthocyanes seront

donc retenues par cette membrane d'ultrafiltration avec un taux de rétention du même ordre ou supérieur.

Les taux de rétention de ces macromolécules sont nettement supérieurs pour la nanofiltration et sont proches de 100%, visuellement les liquides sont incolores ou très faiblement rosés dans les cas où la concentration en NF a été fortement poussée. La rétention des sucres varie de 70 à 90% en fonction des essais. Pour le potassium et l'acide tartrique, ce taux varie de 25 à 50 %, alors qu'il n'est que de 15% en moyenne pour l'acide malique (sauf un essai à 49%). Les variations entre essais pour les acides et le potassium peuvent s'expliquer par les différents pH. Les conditions de pH influencent fortement la rétention des molécules chargées en nanofiltration.

En résumé, le rétentat d'UF réintroduit dans la cuvée d'origine permet de récupérer une grande partie des macromolécules contenues dans la saignée traitée.

La rétention partielle au niveau des acides et du potassium des membranes de nanofiltration permet de récupérer ces espèces dans le perméat (notamment l'acide malique) qui est réincorporé à la cuvée. Avec une rétention supérieure (cas de l'osmose inverse ou d'une évaporation) la fraction réincorporée sans acide entraînerait une baisse de l'acidité totale de la cuvée.

**Tableau 3** : Taux de rétention (%) d'ultrafiltration (UF) et de nanofiltration (NF) mesurés sur les différentes fractions obtenues sur moût – valeur minimum, maximum et moyenne des 9 essais réalisés – Millésime 2005

%		UF	NF
Sucres	min	-5	64
	max	14	89
	moyenne	6	78
K+	min	-3	16
	max	14	47
	moyenne	4	26
Tartrique	min	-8	26
	max	6	48
	moyenne	-1	37
Malique	min	-6	5
	max	4	49
	moyenne	0	18
Anthocyanes	min	53	77
	max	82	100
	moyenne	69	91
IPT*	min	45	87
	max	62	100
	moyenne	53	94

\* Absorbance 280 nm

## 2- Résultats analytiques sur vin (tableau 4)

L'acidité des vins « réduction de la teneur en sucre = RTS » est proche de celle des vins « témoin » ou très légèrement inférieure. Les écarts sont plus importants avec les vins issus des vendanges précoces et surtout au niveau du pH, significativement plus faible.

Pour les essais réalisés avec des vendanges à forte concentration en sucre, le niveau de l'acidité volatile est toujours supérieur pour la cuvée « témoin ». Ceci s'explique par des vitesses de fermentation plus rapides pour les vins « RTS » ou « vendange précoce ». Ceci est particulièrement le cas pour l'essai 5 où la fermentation en phase liquide est très lente pour le témoin. La fermentation malolactique s'est d'ailleurs enclenchée avant la fin des sucres, entraînant un écart supérieur d'acidité volatile et une teinte plus forte par oxydation du vin.

Pour la couleur et la richesse en polyphénols, les variations dépendent des essais. Deux phénomènes opposés peuvent exister : le traitement REDUX entraîne une concentration des éléments de la vendange par perte de volume (-7% par degré potentiel retiré) ; l'extraction par l'alcool des composés phénoliques sera sans doute moins importante pour les cuvées « RTS ». En vinification rouge traditionnelle, le procédé est appliqué sur une saignée réalisée sur la cuvée d'origine, la modification du rapport phase liquide / phase solide en vinification en rouge en début de fermentation, peut éventuellement avoir aussi un impact.

Tableau 4 : Analyses physico-chimiques des vins en bouteille – Millésime 2005

N° essai		% vol	AT g/L *	pH	AV g/L *	IC	Teinte	Anthocyanes mg/L	IPT **
1	Témoin	11,0	3,9	3,50	0,23	12,1	0,55	453	46,2
	RTS	9,3	3,5	3,54	0,28	11,3	0,55	442	44,5
2	Témoin	11,7	4,4	3,23	0,10	0,66	1,44	38	10,0
	RTS	9,9	4,3	3,22	0,06	0,70	1,22	35	9,9
3	Récolte précoce	11,3	3,2	3,58	0,20	12,3	0,50	671	40,4
	Témoin	12,7	3,1	3,70	0,16	14,9	0,51	872	50,8
	RTS	11,5	2,9	3,72	0,16	17,6	0,48	1016	56,2
4	Récolte précoce	11,9	3,0	3,59	0,17	8,9	0,54	516	37,1
	Témoin	12,7	2,9	3,65	0,16	7,4	0,55	543	36,9
	RTS	10,7	2,7	3,64	0,18	9,8	0,50	623	42,2
5	Témoin	14,3	2,5	4,14	0,67	7,4	0,81	408	36,2
	RTS	12,6	3,4	3,75	0,39	11,1	0,55	584	43,0
6	Récolte précoce	11,7	3,6	3,35	0,33	9,8	0,45	365	42,1
	Témoin	13,5	3,1	3,48	0,29	8,1	0,51	374	38,1
	RTS	11,8	3,1	3,44	0,24	7,8	0,49	357	36,9
7	Récolte précoce	13,7	3,2	3,54	0,32	9,1	0,59	380	52,3
	Témoin	15,1	3,1	3,56	0,48	9,7	0,56	414	49,4
	RTS	13,8	3,0	3,52	0,37	10,2	0,54	439	50,8
8	Témoin	14,5	3,2	3,55	0,40	12,0	0,55	409	59,7
	RTS	13,9	3,2	3,50	0,32	11,9	0,53	389	59,4
9	Témoin	14,1	2,9	3,41	0,39	1,0	0,57	63	13,5
	RTS	12,0	3,0	3,36	0,27	1,1	0,52	73	12,6

\* en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>    \*\* Absorbance 280 nm

D'après ces résultats, il semble que les écarts de couleur sont globalement toujours en faveur des lots RTS, quand ils existent. Les essais en Vallée du Rhône avec des degrés initiaux plus importants semblent présenter moins d'écarts que pour les essais réalisés en vins de pays sur merlot et cabernet sauvignon avec des degrés initiaux plus faibles.

### 3- Analyses sensorielles

Des profils sensoriels (dégustations en verres noirs) ont été réalisés par des jurys de professionnels pour les deux centres de recherches. Un certain nombre d'informations peut être obtenu de ces dégustations.

Pour les essais sur cépage mourvèdre en rouge et en rosé et dans une moindre mesure sur l'essai merlot en petit volume, un goût de réduit est signalé. Ceci peut être expliqué par une contrainte expérimentale. En effet, dans ces essais les réincorporations des fractions « rétentat UF et perméat NF » n'ont pas été réalisées le jour même et un léger sulfitage a été effectué.

L'incorporation de ces fractions sulfitées dans la vendange en pleine fermentation s'est traduite par l'apparition d'odeurs soufrées que les remontages à l'air et soutirages n'ont pas permis d'éliminer avant la mise en bouteille des essais. Dans les autres cas, sans sulfitage supplémentaire de ces fractions, ce défaut n'a pas été signalé.

L'essai 5 sur merlot n'est pas exploitable, la fermentation très difficile avec réalisation de la fermentation malolactique avant la fin de fermentation a entraîné une oxydation du vin jugée comme un défaut organoleptique majeur.

Deux comparaisons sont possibles : comparaison avec le témoin de « fort degré » ou comparaison avec le vin issu de vendange précoce.

▪ Par rapport au vin « fort degré » :

- Pour les essais en Vallée du Rhône la réponse est assez homogène entre les essais, avec une chute de la chaleur, de la rondeur et de la sucrosité en bouche pour les vins « RTS », entraînant un équilibre supérieur et une préférence qualitative pour le vin « fort degré ». Les variations olfactives sont moins importantes et portent surtout sur l'intensité olfactive plus faible (fruité notamment) des lots RTS.
- Pour le merlot et le cabernet sauvignon les critères de chaleur ou de volume ne sont pas significativement supérieurs pour les lots témoins « fort degré ». Pour le cabernet sauvignon, les critères « alcool » et « gras-volume » obtiennent des notes d'intensité supérieures pour le vin « RTS ». Les vins « RTS » sont jugés moins astringents (significativement pour le cabernet). En olfaction, les écarts de profils ne sont pas significatifs. Globalement, le lot « RTS » pour l'essai cabernet sauvignon est significativement préféré.

▪ Par rapport au témoin « récolte précoce » :

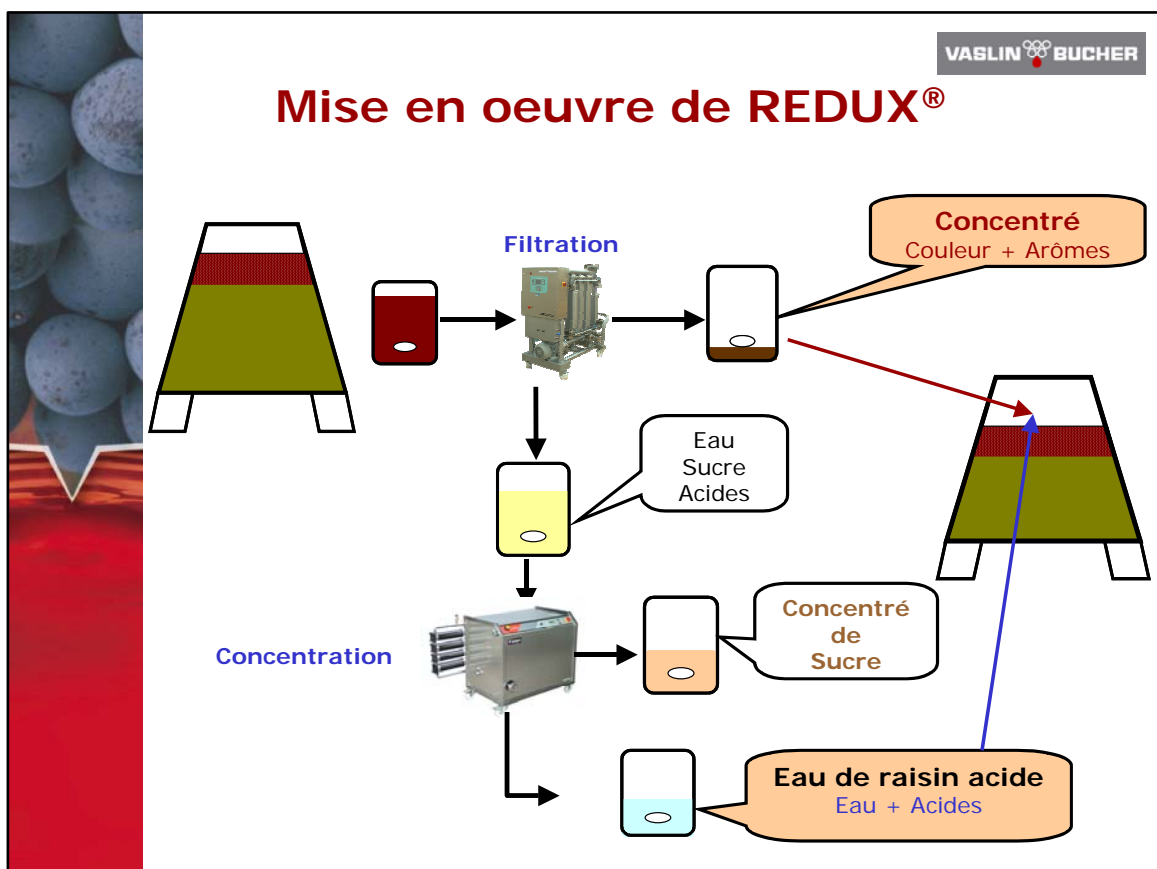
- Pour les vins de la Vallée du Rhône, les vins RTS sont jugés moins acides avec des tanins moins agressifs sans préférence significative. L'olfaction ne montre pas de modification importante du profil entre les produits, seule l'intensité globale est jugée plus faible pour les lots « RTS ».

- Pour le merlot les écarts olfactifs ne sont pas significatifs. Par contre, pour le cabernet sauvignon, le témoin « récolte précoce » est significativement plus végétal (type poivron vert). Les vins « RTS » sont jugés moins astringents. Qualitativement, le vin RTS pour le cabernet sauvignon est significativement préféré.

Au niveau organoleptique, chaque essai semble être un cas particulier avec des modifications de l'équilibre qui sont plus ou moins qualitatives.

Dans la majorité des essais, il a été noté une baisse de l'intensité olfactive. Ceci pourrait être relié à la présence de SO<sub>2</sub> (en principe faible) dans les fractions réincorporées à la cuvée en fermentation, en entraînant l'apparition de légers goûts réduits, peu sensibles en dégustation des vins finis mais pouvant masquer l'expression « fruité » des vins. Il faudra être particulièrement vigilant sur cet aspect dans les futurs essais.

Procédé REDUX proposé par la société Vaslin Bucher





## Conclusions

Ces premiers essais ont montré que le procédé REDUX permet de réduire la teneur en sucre des moûts avec une mise en oeuvre industrielle cohérente. La principale contrainte est d'ordre économique avec une perte de volume d'environ 7% par degré potentiel retiré. Cependant le sucre retiré sous forme de concentré à 400 g/L de sucre pourrait être valorisé sous forme de moût concentré rectifié par exemple et constituer une réserve pour les années plus difficiles ou les cépages nécessitant un enrichissement en sucre.

Pour les très hauts degrés potentiels, l'abaissement de la teneur en sucre permet de retrouver des conditions fermentaires plus faciles en évitant les risques d'arrêt de fermentation et les augmentations associées d'acidité volatile.

Les analyses physico-chimiques effectuées ne montrent pas de modification importante de l'équilibre acide des vins. Pour les polyphénols, les conditions de vinification doivent être prises en compte ainsi que le niveau d'alcool des vins. La technique permet une concentration de la matière par perte de volume, mais la présence moindre d'alcool ne permet pas une extraction aussi poussée en macération en vinification rouge traditionnelle. On peut penser que l'extraction de tanins de pépin est aussi plus faible et serait alors plutôt un gain qualitatif. Des analyses complémentaires pourront être réalisées pour caractériser les tanins extraits et vérifier cette hypothèse.

L'élimination de sucre des moûts entraîne des modifications de l'équilibre en bouche des vins. D'après ces premiers résultats, il est difficile d'affirmer que ces modifications sont positives ou négatives. Dans le cas des vins de la Vallée du Rhône, les témoins « fort degré » supportaient bien leur richesse en alcool, la réduction du TAV les a déséquilibrés.

Les profils aromatiques des vins RTS sont plus proches des vins « fort degré » que des vins « récolte précoce ». Les vins RTS ont les atouts d'une maturité phénolique optimale (tanins moins agressifs, moins acides) avec un taux d'alcool moindre.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Escudier J.L., 1990 Evaluation de quelques techniques adaptées à la désalcoolisation des vins. *Revue Française d'œnologie*, n°119, 57-61.
- Noilet P., 2004 Contribution aux différentes applications de l'osmose inverse dans le traitement des moûts et des vins. Diplôme Universitaire d'Expérimentation et de Recherche en Œnologie Ampélogie, Université Bordeaux 2.
- Maurel A., 1989 Osmose inverse et ultrafiltration, technologie et applications. *Techniques de l'ingénieur*, J 2796.
- Wucherpennig K., 1980, Possibilités d'utilisation de processus membranaires dans l'industrie des boissons. *Bulletin de l'OIV*, n° 589, 187 – 208.