

ETUDE DE LA CULTURE BIODYNAMIQUE DE LA VIGNE

La société civile, avec les avancées spectaculaires et trop souvent incohérentes des biotechnologies, est en train de se rendre compte que la recherche scientifique qui assénait vérité sur vérité est fondée sur un axiome : le principe d'incertitude !

Forts de cette constatation, et, conscients que tout chercheur doit être ouvert à tous et sur tout, nous avons choisi nous-mêmes de remonter l'histoire de l'agriculture à reculons afin de redécouvrir ses antiques lois sacrées sans pour autant rejeter nos acquis scientifiques. Du tout chimique au raisonné, du biologique au biodynamique, nous avons constaté qu'il existait tout simplement une Agriculture Naturelle dont le souvenir s'était perdu en l'espace d'un siècle !

Les Cathares du Biodynamique ont raison : « *Il faut parfois accepter de ne pas comprendre, essayer, et ne se fier qu'au résultat.* » toute l'histoire de l'homme sensible est résumée dans leur *Credo*.

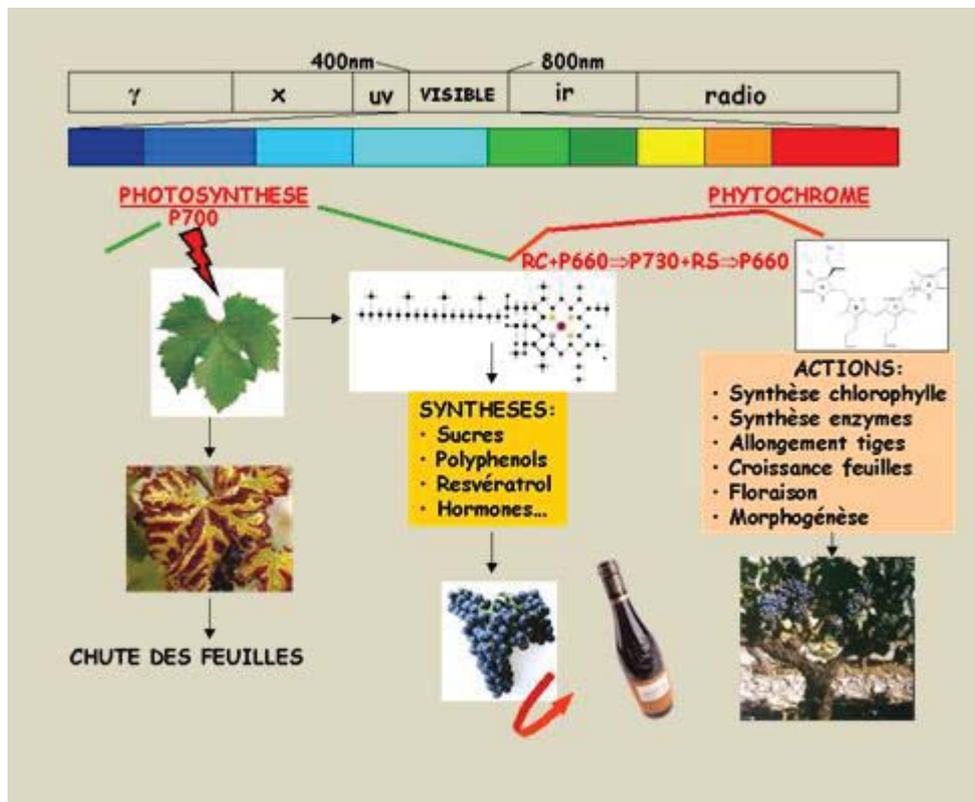
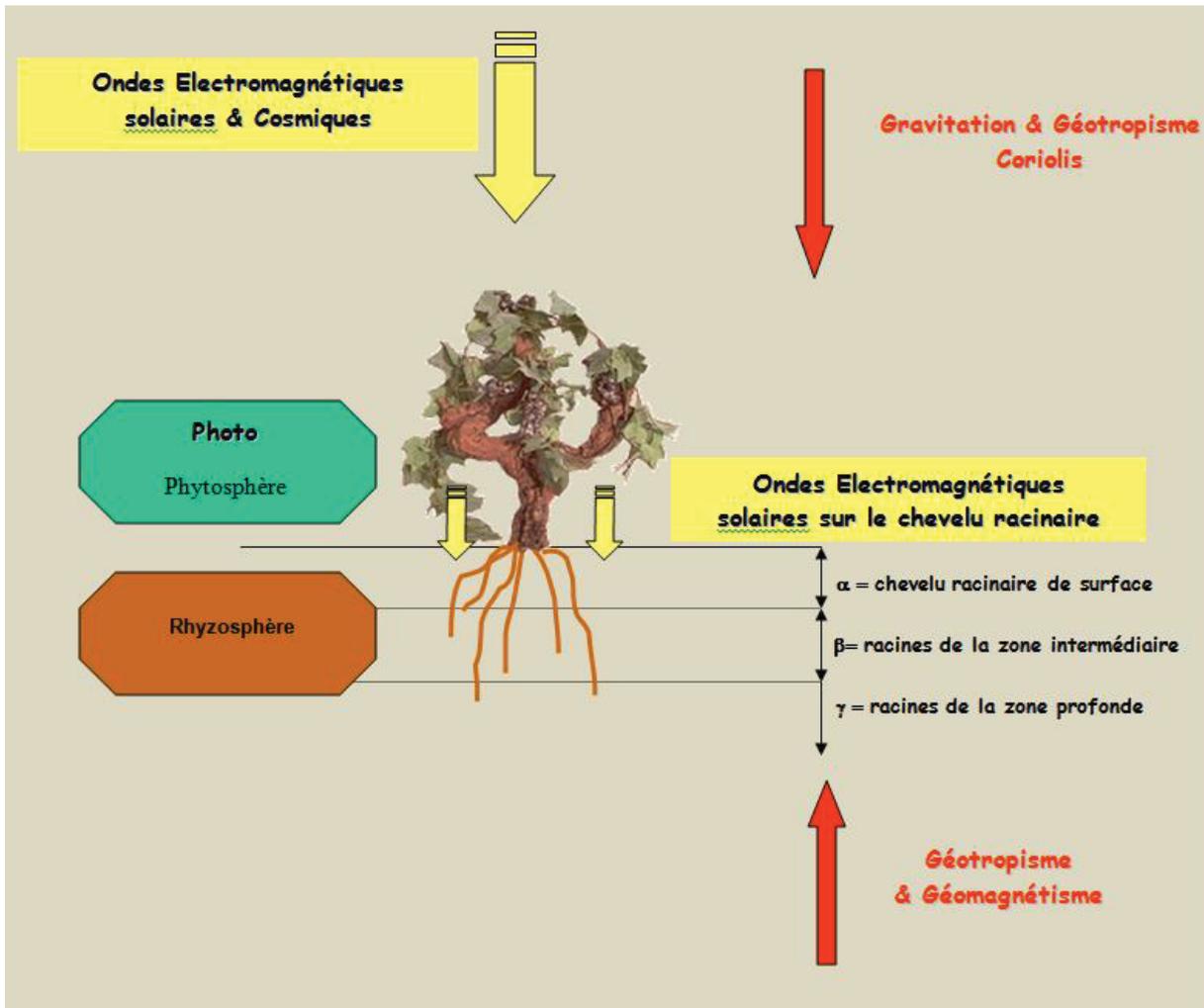
Comprendre : c'est laisser place au doute et à l'interrogation tout en observant que l'incompréhensible qui produit le sublime n'est pas le résultat du hasard mais bien de la causalité de l'Univers. Si l'effet est parfois visible, la cause est souvent occulte : il faut de l'espace-temps pour pouvoir la décrypter.

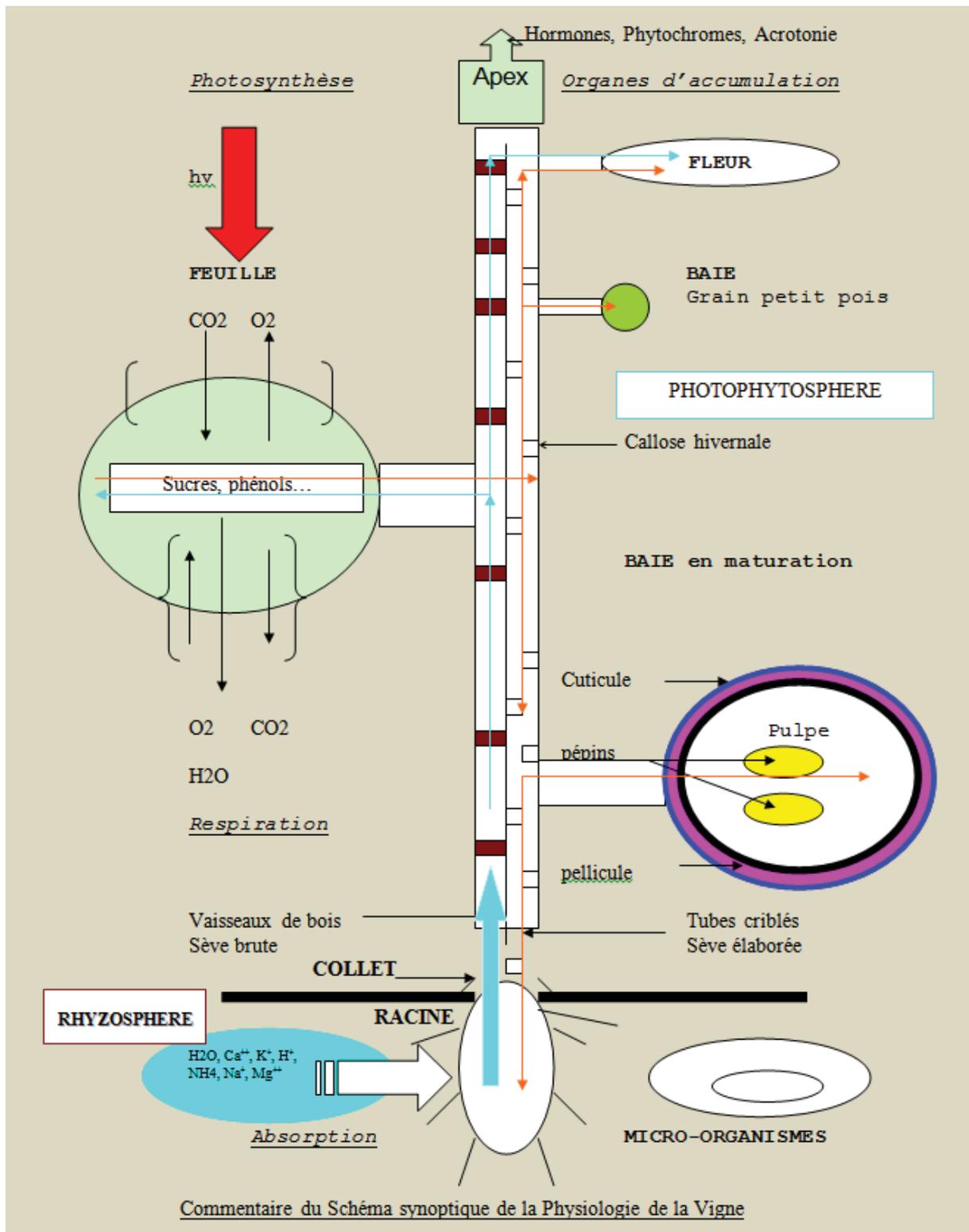
Depuis 400 millions d'années les règnes animal et végétal évoluent ensemble, quelle prétention serait la notre que de vouloir tout résumer dans des formules ou des schémas figés !

Il apparaît désormais clairement que tous les produits issus de la chimie de synthèse, éclosés lors de la dernière guerre mondiale, n'ont pas les vertus que l'on attendait d'eux. Le clonage est criminel et les OGM d'organismes supérieurs, lâchés en pleine nature d'une imprudence inouïe.

La culture Biodynamique, elle, intègre le Un dans le Tout, encore lui faut-il définir des bases scientifiques naturelles qui lui serviront de référence tout en conservant les précieux enseignements venus tout droit des peuples de Jéricho, de Sumer, d'Egypte, de Grèce...et réinitiés au début du XXème siècle par Rudolph Steiner.

Chaque idée, chaque application peut au regard de résultats significatifs avoir son explication scientifique. Si le *Credo* est beau *l'Ave Natura* est sublime lorsque, avec modestie, on peut s'écrier enfin : *eurêka* !





La vigne occupe deux bulles écologiques : la rhizosphère et la photophytosphère

- La Rhizosphère : il s'agit de la partie organique de la vigne qui, après la germination, exploite un volume tellurique vivant (microflore + microfaune) variable. Ce milieu est plus ou moins aéré, plus ou moins hydraté, plus ou moins vivant...il résulte donc d'un fragile équilibre soumis à des variations permanentes qui dépendent des interactions physicochimiques.

Le système racinaire émet en permanence des exsudats qui modifient la bulle rhizosphérique. Ils attirent ou repoussent les microorganismes. Mais les racines absorbent aussi des substances minérales et de l'eau. Cette sphère est également influencée par des ondes électromagnétiques qui ont une action qualitative importante sur les phytochromes (voir le chapitre précédent sur les fibres optiques).

Les racines accumulent des assimilats photosynthétiques, élaborés dans les parties aériennes, dans des leucoplastes amylières, dans les parois cellulaires ou bien les convertissent (en phénols par exemple) pour conforter leur système de défense.

- La Photophytosphère : il s'agit de la partie organique qui, après un bref passage tellurique, occupe un volume troposphérique variable en fonction des saisons. L'hiver, après la chute des feuilles, il ne reste que le tronc et les branches non chlorophylliens. Durant les 3 autres saisons, elle développe des organes photosynthétiques chlorophylliens, des organes reproducteurs et des organes de fixation (les vrilles)..

L'interface est le **collet**. C'est la structure comprise entre la zone souterraine et la zone aérienne. Les tissus du collet sont soumis à de fortes pressions mécaniques (vent), climatiques (inondations) et culturales (objets tranchants). Il en résulte des blessures par lesquelles les pathogènes peuvent pénétrer.

L'axe aérien de la vigne est le **tronc** qui produit des branches qui sont taillées, à 2 yeux, annuellement.

Un système continu de vaisseaux de bois (xylème) irrigue l'ensemble des racelles jusqu'aux apex, feuilles, fleurs, fruits et vrilles.

Les feuilles sont des antennes collectrices des énergies photoniques qui, à partir du CO₂ atmosphérique et de l'eau cellulaire (chlorophylle $\lambda\Delta O$ = bleu et rouge), sont capables, grâce aux chloroplastes, de convertir une certaine quantité d'énergie lumineuse en une certaine quantité d'énergie chimique potentielle (sucres, phénols, ATP, NADPH₂...). L'oxygène, qui est un déchet de la photosynthèse est évacué par les stomates. Là réside la centrale énergétique qui permet à la Vie de se maintenir sur notre planète. Les feuilles accumulent et redistribuent dans l'ensemble de la plante les substances organiques indispensables citées plus haut.

C'est également au niveau des feuilles que s'effectuent deux phénomènes physiologiques importants : l'évacuation du CO₂ issu des respirations mitochondriales qui consomment de l'oxygène. Et, l'élimination, par transpiration, de l'eau excédentaires. Ce départ d'eau, régulé par les ostioles, amorce en permanence la pompe à eau racinaire.

Tous ces échanges gazeux avec la bulle photophytosphérique s'effectuent dans les chambres à gaz sous stomatiques. La régulation se fait par les « lèvres ostioliques », qui se ferment et s'ouvrent en fonction de la turgescence de leurs vacuoles. Pour éviter d'être confrontées aux agressions physiques du soleil et de la pluie, les stomates sont beaucoup

plus nombreuses à la face inférieure des feuilles. *Ces ouvertures constituent une voie privilégiée pour la pénétration des pathogènes comme le Mildiou.*

Les assimilats photosynthétiques, en partie accumulés dans les chloroplastes amylières ou transformés à l'intérieur de la cellule photosynthétique, migrent sous la forme d'hexoses phosphatés par voie symplastique puis apoplastique (parois) jusqu'aux **tubes criblés** du **phloème** où ils sont concentrés sous la forme de saccharose (90%), verbascose, stachyose, mannitol, sorbitol...constituant la sève élaborée qui est distribuée jusqu'aux racines dans toute la plante. Les vaisseaux de bois et du phloème échangent des substances en permanence, l'eau importée par le bois, permet de diluer le liquide visqueux très sucré de la sève élaborée et contribue avec des protéines qui sont de véritables pompes énergétiques à faire circuler les assimilats.

La circulation des sèves obéit à des priorités :

- Au printemps, lorsque la vigne « débourre », des callases (enzymes hydrolytiques) digèrent les bouchons de callose qui obstruent les pores des plaques criblées du phloème. Toute une métamorphose se produit alors. En prévision des gelées la vigne a introduit de « l'antigel » sous la forme d'alcools dans ses canalisations. Au printemps, elle fait sauter les bouchons qui immobilisaient les sèves afin de développer les organes photosynthétiques (feuilles équipées de chloroplastes) et réactiver les flux de sèves. La multiplication cellulaire est intense. Les **apex** synthétisent des hormones de croissance et sont le siège d'une forte protéosynthèse. Les phytochromes s'activent et contrôlent l'élongation des entrenœuds, la croissance des feuilles, la floraison, la synthèse d'enzymes photosynthétiques (RUDP carboxylase...).

Les assimilats photosynthétiques sont à nouveau distribués dans toute la plante avec des priorités :

- 1) le transport s'effectue en priorité vers les apex pour le développement des branches, des feuilles et des vrilles.
- 2) Dès que les inflorescences apparaissent la priorité est donnée à leur épanouissement.
- 3) Dès la nouaison la priorité est donnée au fruit (les baies) jusqu'à sa maturité.
- 4) Après la maturité la priorité est donnée aux réserves hivernales.

La Baie est protégée par une cuticule cireuse hydrophobe qui constitue une protection efficace contre la pluie, les insectes et les pathogènes. Elle couvre l'épiderme dont le rôle est de contrôler les échanges entre la pulpe et le milieu extérieur. L'épiderme et la cuticule forment la pellicule. Une fonction importante des couches épidermiques (4 à 6) est la synthèse de polyphénols, de phytoalexines (resvératrol), d'anthocyanes et de tannins qui ont un rôle de défense vis à vis des agresseurs fongiques, bactériens...et, par un effet non intentionnel : sur la qualité des vins.

Des études récentes que nous avons entreprises avec le Syndicat International des Vignerons en Culture Biodynamique (SIVCB) nous ont permis de révéler une compartimentation fonctionnelle au sein des cellules épidermiques. Certaines évoluent en accumulant des anthocyanes, d'autres en accumulant des tanins. La pulpe concentre principalement des sucres qui serviront à maturité à énergiser les graines ou pépins.

Afin d'étudier l'influence des traitements sur une vigne nous avons choisi deux vignobles des Côtes du Rhône en conduites biodynamique et raisonnée.

I Présentation des vignobles

Vignoble en culture biodynamique classé cru en 1990

Le vignoble étudié, d'une superficie de 8,5 ha, est situé sur un promontoire qui s'élève à une centaine de mètres au-dessus de la plaine du Comtat, avec de tous côtés sur ses pentes 11 ha d'une chênaie centenaire qui le protège et l'isole du reste de l'appellation. Il y règne un micro-climat particulier où la pluviométrie est plus faible qu'ailleurs.

Localisation géographique : Sarrians, Vaucluse, France

Vignoble : AOC, Côtes du Rhône, Gigondas, Vacqueyras

Parcelle

Age de la parcelle : 15 ans
Nombre de pieds : 4 000 pieds/ha
Cépage grenache : porte-greffe : R 110
Cépage syrah : porte-greffe : R 140

Rendement maximum : 35 hl/ha

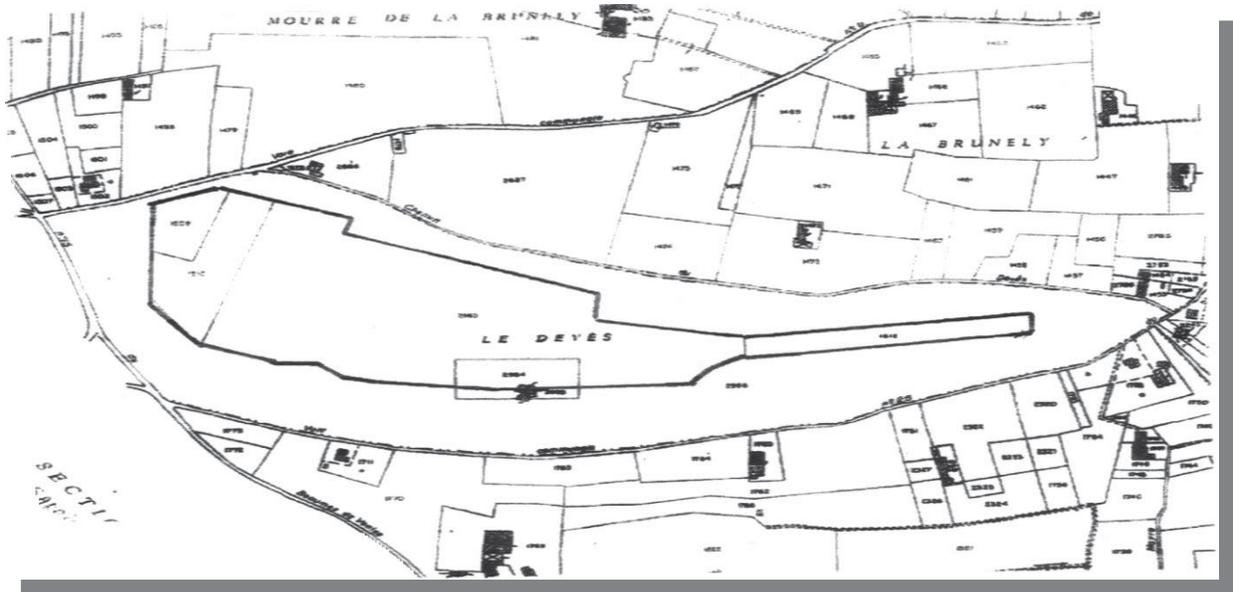
Taille : gobelet ou cordon de Royat avec 6 porteurs maximum à 2 yeux

Production (cave particulière): environ 40 000 cols

Conservation des vins : 6 à 8 ans

Les vins sont contrôlés ECOCERT sas F-32 600

plan cadastral/ N° du cadastre



Relevé botanique non exhaustif :

Strate arborescente :

Quercus coccifera, , Quercus pubescens, Quercus ilex, Pinus halepensis, Buxus sempervirens, Rhamnus alaternus, Juniperus oxycedrus, Pistacia terebinthus, Sorbus aria, Asparagus acutifolius, Genista pilosa...

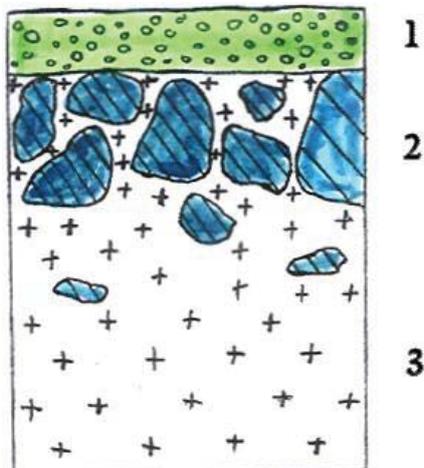
Strate arbustive :

Brachypodium ramosum, Orchis purpurea, Smilax aspera, Hedera helix...

Strate herbacée :

Euphorbia characias, Rubia peregrina, La vendula vera, Diplotaxis eruroides, Diplotaxis tenuifolia, Senecio vulgaris, Amaranthe, Chenopode, Fumaria officinalis, Lepidum draba...

Substrat géologique



Coupe géologique

- 1- Sol de garrigues (argilo-calcaire) du MINDEL.
- 2- Poches de Marnes argileuses bleues du PLIOCÈNE.
- 3- Socle de sables et grès de l'HELVÉTIEN.

La couche N°1 est constituée de galets mélangés à un sol argilo-calcaire datant de la glaciation Mindel du quaternaire. Les galets restituent la nuit la chaleur emmagasinée durant la journée. Les poches de marnes argileuses bleues du tertiaire (Pliocène) évitent la dessiccation pendant les fortes chaleurs estivales. Enfin, les sables de l'Helvétien favorisent un enracinement profond.

Environnement

Les analyses microbiologique, faunistique et entomologique n'ont pas été faites.

Vie tellurique : présence de lombrics et d'arachnides.

Techniques culturales des 3 dernières années

labour (15 cm) :	1 chaussage avant hiver
cultivateur :	5 X
sous-soleuse :	1 rang sur 2 ; 1 année sur 2
Disques :	1 X
Technique :	palissage
nombre de fils :	1 porteur + 2 releveurs
hauteur du 1 ^{er} fil	0,60 m
hauteur du dernier fil :	1,70 m
Taille :	2 yeux
Gyrobroyage	oui
Ecimage :	1 X.
Rognage :	oui
Ebourgeonnage :	oui
Amendements :	aucun.

SDN : aucun.

Enherbement selon le concept « ENR » (Enherbement Naturel Raisonné) :

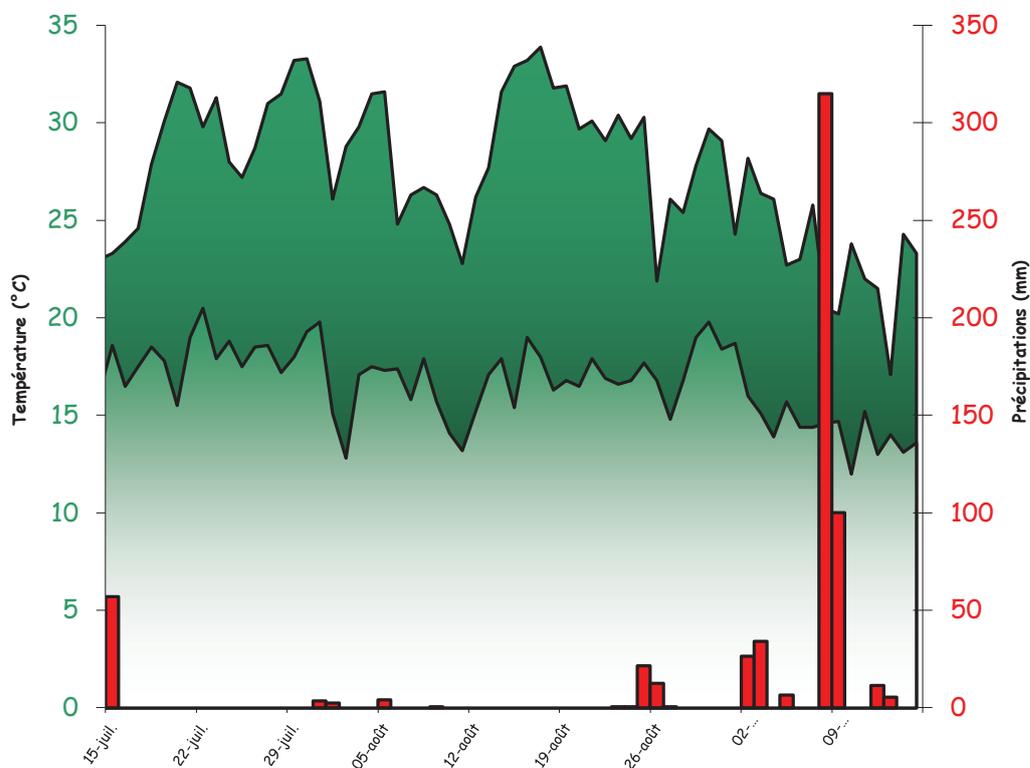
apport de semences exogènes tous les 2 rangs.

Type de mélange : « VITIS 3 » (pour sols de garrigue).

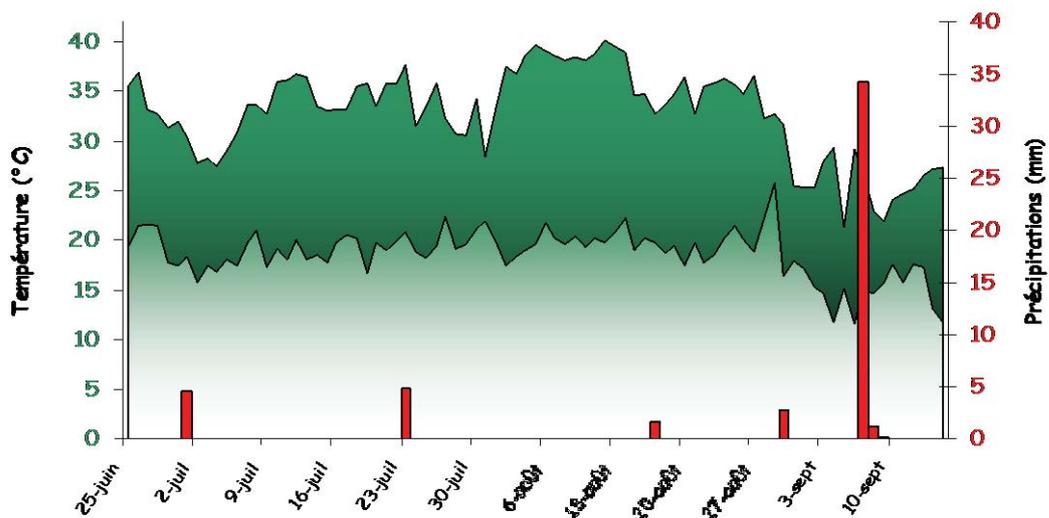
Nom courant	% du mélange
Brôme élevé	35
Fétuque rouge	33,3
Silène d'Italie	6,67
Plantain coronopus	6,67
Anthemis	2,33
Thym serpolet	1
Brachypode de Phoenicie	15

Données climatiques 2002

Avignon été 2002



AVIGNON ETE 2003 - 25/06 AU 15/09 -



Pour 2002 la moyenne des températures hautes est de 26 °C, celle des températures basses est de 19 °C.

Pour 2003 nous notons respectivement 34,7 et 21.

Accidents climatiques :

- Septembre 2002 : fortes précipitations.
- Été 2003 : intensité et durée des chaleurs anormales.

Traitements

	TRAITEMENTS Biodynamiques
Octobre 2002 21	501
Novembre 8	MT (Maria Thun)
Février 2003 11 12	MT 501
Mars 26	500 + argile
Avril 15 20 26 29	Microthiol spécial disperss 4kg/ha Pluie 7mm Pluie 15mm Microthiol 4 kg/ha, Cuivrol 1kg/ha (180gCu), Héliosol 1l/ha
Mai 5 10 15	500 urticae 501 premières fleurs

16	Cuivrol 1 kg/ha (360g Cu) + Microthiol 8 kg + Héliosol 1 l + prêle pluie 5mm pluie 15mm + froid 15°C maxi. Cuivrol 3kg/ha (540g Cu) + Microthiol 8 kg + ortie + osier MET 3
18	
26	
28	
30	
Juin	Macc 80 4,1 kg (800g Cu) + Microthiol 8 kg + héliosol + osier pluie 5mm, Macc 80 3,3 kg/ha (600 Cu) + Microthiol 8 kg+ Héliosol
12	
26	
Juillet	pluie 3 mm début véraison Microthiol 8 ha + héliosol Pluie 11mm
1	
14	
21	
24	

Pathologies :

Mildiou : faible, un mildiou mosaïque se développe en période post-récolte. Pas de traitement post-récolte.

Botrytis : faible

Qualité de la végétation

Excellente vitalité, feuilles vertes

Enracinement profond

La pratique culturale ne permet pas le développement du chevelu racinaire de surface.

Vignoble en culture raisonnée classé cru (Vacqueyras) en 1990.

Le vignoble étudié est situé sur un promontoire qui s'élève à une centaine de mètres au-dessus de la plaine du Comtat à environ 300 mètres au Nord du vignoble Biodynamique.

Les parcelles de syrah et de grenache sont séparées par un petit chemin goudronné communal

Localisation géographique : Sarrians Vaucluse, France

Vignoble : AOC, Côtes du Rhône, Vacqueyras

Parcelle

Syrah	70 ares
Grenache	1ha5
Age de la parcelle :	13 ans (Syrah) ; 35 ans (grenache).
Nombre de pieds :	3 600 pieds/ha
Cépage grenache :	porte-greffe : R 110
Cépage syrah :	porte-greffe : R 140
Rendement maximum :	35 hl/ha
Taille :	cordon de Royat avec 6 porteurs maximum à 2 yeux

Relevé botanique

Haie de cyprès à l'Est et chênes pubescents à l'Ouest. Absence de végétation de référence.

Environnement

Pas de végétation de référence.

Techniques culturales des 3 dernières années

labour (15 cm) :

cultivateur : 5 X

sous-soleuse : tous les rangs 1 X juillet

Disques : 1 X
Technique : palissage,
nombre de fils 1 porteur + 4 releveurs
hauteur du 1^{er} fil 0,60 m
hauteur du dernier fil : 1,20
Taille : 2 yeux
Gyrobroyage des sarments oui
Enherbement : non
Vigne désherbée sous le rang.
Ecimage : oui
Rognage : oui
Ebourgeonnage : oui
Amendements : oui.

Syrah : N,P,K (10/10/20) 200Kg/ha

Grenache : N,P,K (0/7/15) 500Kg/ha

Compost de raisin en 2001

Traitements : voir tableau ci-dessous

SDN : aucun.

Etat sanitaire après récolte : forte attaque de mildiou mosaïque (pas de traitement post-récolte). Faible attaque de l'Esca.

Qualité de la végétation

Excellente vitalité, la récolte mécanique entraîne une défoliation précoce.

Enracinement profond.

La pratique culturale ne permet pas le développement du chevelu racinaire de surface.

Les données climatiques 2002 et 2003 sont identiques à celles de la parcelle Biodynamique)

le substrat géologique sont identiques à celles de la parcelle Biodynamique)

Traitements

17 Mars 2003	<u>Désherbage</u> : Prius 2l/ha ; Glyphoset 1l/ha ; Zorial 0,5 kg/ha.
24 Mars	Vignes de moins de 4 ans : le zorial est remplacé par le Surflan 2l/ha <u>Engrais</u> : Syrah : N,P,K (10/10/20, 200kg/ha Grenache N,P,K (0/7/15), 500 kg/ha
30 Avril	Thiovit 5 kg/ha; Karathane, 0,3 l/ha
7 Mai	Slogan 3 kg/ha; Karathane 0,3 l/ha; Thiovit 5 kg/ha.
23 mai	Slogan 4 kg/ha; Systhane 0,25 l/ha
5 juin	Valiant 3kg/ha ; Corail 0,4 l/ha
18 Juin	Insecticide Milord, Pilier 1 l/ha
23 Juin	Pilier 1l/ha
26 Juin	Thiovit 5 kg/ha; Karathan 0,3 l/ha; Champflo 2l/ha
2 Août	Syrah Chamflo 3 l/ha; Grenache Baythroïd 0,75 l/ha.

Mode d'action des produits chimiques utilisés

Herbicides

PRIUS PRO :

Terbutylazine (absorption racinaire) + **glyphosate** (absorption foliaire, véhiculé par la sève jusqu'à l'extrémité des racines et des rhizomes : agit par blocage de la biosynthèse des acides aminés aromatiques).

GLYPHONET : ? (pas répertorié)

glyphosate (absorption foliaire, véhiculé par la sève jusqu'à l'extrémité des racines et des rhizomes : agit par blocage de la biosynthèse des acides aminés aromatiques).

ZORIAL *:

Norflurazon (absorbé par les racines et transporté dans la plantule en cours de germination, il entraîne une destruction de la chlorophylle résultant de l'interruption de la synthèse des caroténoïdes).

SURFLAN :

Oryzalin (inhibition de la division cellulaire)

Anti-oïdium :

THIOVIT :

Soufre mouillable (action par vapeur)

KARATHANE :

Dinocap (produit de contact multisite)

SYSTHANE :

Myclobutanil (systémique)

CORAIL :

Tébuconazole (systémique avec deux sites d'action distincts sur la biosynthèse des stérols)

Anti-mildiou :

SLOGAN :

Fosétyl-al (absorbé par les feuilles et les racines, il est doté d'une systémie ascendante et descendante : inhibition de la germination des spores et blocage du développement du mycélium de nombreux champignons, principalement des Phycomycètes) + **métirame-zinc**

VALIANT FLASH :

Fosétyl-al (absorbé par les feuilles et les racines, il est doté d'une systémie ascendante et descendante : inhibition de la germination des spores et blocage du développement du mycélium de nombreux champignons, principalement des Phycomycètes)+ **folpel** + **cymoxanil** (action de contact sur les spores au moment de leur germination, action pénétrante, action stoppante avec destruction des champignons en cours d'incubation dans la plante hôte, action antisporeulante)

CHAMP FLO :

Cuivre de l'hydroxyde de cuivre

Insecticide :

PILIER :

Betacyfluthrine (contact et ingestion sur le système nerveux des insectes en perturbant la conduction de l'influx nerveux) + **fénitrothion** (inhibition de l'AchEstérase).

* Remarque : le **ZORIAL** a fait l'objet d'un retrait d'homologation de la part du Ministère de l'Agriculture. La date limite d'utilisation est le 31 décembre 2003.

2) Analyses de sol des deux vignobles biodynamique et raisonné

	Calcaire total	Calcaire actif	Matière Org.
Bio D-G	15,36	3,92	2,92
Bio D-S	12,33	5,14	3,05
Rais-G	27,98	13,26	2,19
Rais-S	15,67	6,77	3,15
<i>Valeurs types</i>		<i>Faible <5</i> <i>Très élevé >20</i>	1 à 1,8

Tableau 5 Analyse des sols en % des vignes de Grenaches et de Syrahs en culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). (Prélèvements réalisés le 09/2003).

OligoE mg/Kg	Fe ox	Cu	Zn	Mn	B
Bio D-G	57	22,4	4,7	10,7	0,13
Bio D-S	68	28,1	7	12,7	0,17

Rais-G	37	34,6	4,1	7,4	0,17
Rais-S	97	13,3	4,6	15,7	0,24
Valeurs types	50	2 à 60	2,5	20	1

Tableau 6 Analyse des oligoéléments (Oligo E) dans les sols culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). n.a : non analysé (Prélèvements réalisés le 14/08/2003).

	<i>K2O</i> mg/Kg	<i>MgO</i> mg/Kg	<i>K2O/MgO</i> mg/Kg	<i>N2</i> g/Kg	<i>C/N</i>
Bio D-G	434,7	180,8	2,40	1,69	10
Bio D-S	483,6	259,7	1,86	1,99	8,89
Rais-G	388,5	200,6	1,94	1,54	8,26
Rais-S	280,5	345,3	0,81	2,25	8,15
Valeurs types	310 à 400	100 à 175	2 à 3		7<moyen<12

Tableau 7 Analyse des sols (K2O, MgO, K2O/MgO, Azote total et C/N) de Grenaches et de Syrahs en culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). (Prélèvements réalisés le 14/08/2003).

	<i>P2O5 (Joret)</i> <i>g/Kg</i>
Bio D-G	0,576
Bio D-S	1,210
Rais-G	0,133
Rais-S	0,437
<i>Valeurs types</i>	<i>0,15 à 0,25</i>

Tableau 8 Analyse des sols (Matière organique et P2O5) de Grenaches et de Syrahs en culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). (Prélèvements réalisés le 14/08/2003).

Dans le cas des sols calcaires la méthode Joret (extraction à l'oxalate d'ammonium) la richesse optimale d'un sol en P2O5 (g/kg) est comprise entre 0,15 et 0,25.

	Mg⁺⁺/CEC	Ca⁺⁺/CEC	K⁺	Na⁺
Bio D-G	4,97	307,85	5,12	0,68
Bio D-S	7,58	331,19	6,04	0,72
Rais-G	5,64	341,47	4,67	0,69
Rais-S	8,99	293,22	3,13	0,82
<i>Valeurs types</i>	de 6 à 8%	de 70 à 80%	de 3 à 6%	< 10%

Tableau 9 Analyse des sols (Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, K⁺ et Na⁺/CEC) de Grenaches et de Syrahs en culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). (Prélèvements réalisés le 14/08/2003).

—————> Le **pH** de l'eau est de 8,3 dans les deux cas.

Analyse des résultats

Le cuivre.

Très utilisé pour lutter contre le mildiou, le cuivre a un impact non négligeable sur les micro-organismes et la faune du sol. Ses teneurs naturelles dans le sol varient entre 2 et 60 mg/kg.

Les chercheurs de l'INRA ont étudié à Dijon (Unité Mixte de recherche Microbiologie des Sols) l'impact des applications répétées de Bouillie bordelaise (mélange de chaux et de sulfate de cuivre) sur la biologie des sols. Ils ont constaté que, sur des sols de Champagne, les concentrations dans les premiers centimètres sont supérieures à 200 mg/kg. Cette constatation s'explique par le fait que le cuivre qui a la faculté de se lier très fortement à la matière organique du sol et à l'argile, est peu mobile et donc s'accumule.

Une expérimentation mise en place dans les Landes en 1998 a montré que l'excès de cuivre entraîne une diminution de la biomasse microbienne. Les champignons sont plus atteints que les bactéries, les populations de ces dernières sont modifiées.

Il ressort en outre de cette étude que les jeunes vignes et les vers de terre n'aiment pas le cuivre.

En effet, la toxicité du cuivre pour la vigne dépend de son âge : les vieilles vignes

résistent aux fortes teneurs grâce à leurs racines profondes qui descendent en dessous de la zone d'accumulation.

Il convient cependant de remarquer que C. COULOMB et col., ont révélé (Phytoma N°512, janvier 1999) l'effet nettement positif des traitements au cuivre (bouillie bordelaise et Hydroxyde) sur les baies de raisin. Non seulement ils protègent les baies de la contamination fongique, mais de surcroît le cuivre induit un stress salulaire qui entraîne un épaississement et une lignification des parois des cellules de la pellicule. Le produit provoque en outre un tassement des premières assises qui réduit les risques d'éclatement et donc la contamination par le Botrytis.

Des dosages de cuivre ont également été réalisés à partir des effluents de la cave (vendanges 2002). **L'eau des effluents renfermait une concentration de 13 µg/l.**

- Dans le cadre de l'arrêté du 02 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau, ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement la limite légale est de 0,5 mg/l si le rejet dépasse 20 g/jour.
- Dans le cas des normes imposées pour la potabilité de l'eau (décret 89-3 du 03/01/1989 modifié) la norme est : < 1 mg/l.

Dans les deux cas la valeur obtenue en sortie de cave est largement inférieure aux normes imposées. :

L'analyse des deux vignobles montre que la concentration varie de 13,3 à 34,6 mg/Kg nous sommes donc très loin des 200 mg/Kg détectés dans un vignoble de Champagne.

Le pH

Dans le cas des deux terrains et pour les deux conduites nous avons un pH de l'eau égal à 8,3.

L'amplitude des variations de pH qui pourrait affecter les activités microbiennes (nitrification, ammonification, minéralisation du carbone...) est largement pondérée par la présence des carbonates qui assurent un tampon relativement basique.

Pour mémoire : les bactéries ont des concentrations qui vont de 1 million à 1 milliard par gramme de sol.

Le pH de la rhizosphère est très différent de celui du sol non rhizosphérique. La différence vient en grande partie de la forme d'azote qui est absorbée. Lorsque l'azote est prélevé sous forme ammoniacale, le pH diminue par relargage d'un proton compensateur, ce qui augmente la solubilité des éléments cationiques. Lorsque l'azote est sous forme de nitrate, un efflux d'ion hydrogènocarbonate HCO_3^- abaisse le pH ; ceci favorise alors l'immobilisation des métaux lourds présents sous forme cationique (Cd, Pb, Ni...) et augmente celle des métalloïdes présents sous forme anionique (Tc, Se, As...).

Les matières organiques

Dans le cas du Biodynamique une analyse faite en 1999 donne un pourcentage identique à celui de 2003 : 2,90 %.

Ce pourcentage excellent (pour les deux vignobles) est sans aucun doute dû aux gyrobroyages, des sarments réitérés chaque année.

Notre avis est que l'apport intéressant en Matières Organiques (MO) résultant de cette technique culturale est contrebalancé par des effets très négatifs : le gyrobroyage entraîne des milliards de spores fongiques, de bactéries et virus pathogènes vecteurs de maladies dans l'ensemble de la parcelle. Il résulte que des maladies comme le Court-noué, le pourridié, l'Esca..., au lieu de rester localisées vont contaminer chaque année de nouvelles vignes. Nous recommandons très fortement aux viticulteurs de

date du prélèvement : 14 août 2003.

Pour les deux vignobles : le rapport C/N est correct, la capacité d'échange cationique est élevée, les taux de cuivre et de zinc sont élevés, les taux de manganèse un peu faibles.

Dans le cas du vignoble biodynamique les taux de potassium et de magnésium sont élevés

Dans le cas du raisonné le taux de potassium est correct alors que celui du magnésium est élevé.

Dans le cas du phosphore élevés dans les deux cas, les taux sont anormalement élevés pour le Biodynamique. Les analyses ont été refaites et ont donné des résultats identiques. La bibliographie ne donne aucune référence aussi importante.

Ce résultat est d'autant plus étonnant que, à part les traitements de 500 et de 501, aucun amendement n'a été effectué.

Il convient donc d'attendre les analyses de 2004 pour confirmation. Une étude des microorganismes telluriques est indispensable.

3) Analyse pétiole

Prélèvements : 50 feuilles sur rangée au même étage.

Oligo E Mg/Kg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Bio D-G	70	85,4	32	96,1	28,40
Bio D-S	112	109,8	48,7	49,7	27,80
Rais-G	64	53,6	44,5	158,5	25
Rais-S	0	32,1	19,3	21,4	32,20
<i>Valeurs types</i>	70 à 120	30 à 60	25 à 40	>20	>15

Tableau 1 Analyse des oligoéléments (OligoE) dans les pétioles de feuilles de vignes de Grenaches et de Syrahs en culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). (Prélèvements réalisés 14/08/2003).

Cations (%)	Mg²⁺	Ca²⁺	K⁺	Na⁺
Bio D-G	0,79 %	3,20 %	1,39 %	0,03 %
Bio D-S	1,16 %	3,40 %	1,35 %	0,03 %
Rais-G	1,08 %	4,30 %	1,10 %	0,02 %
Rais-S	1,61 %	2,57 %	0,86 %	0,04 %
Valeurs types	0,4 à 0,6 %	2 à 4 %	1,5 à 2,5 %	

Tableau 2 Analyse des cations dans les pétioles de feuilles de vignes de Grenaches et de Syrahs en culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). (Prélèvements réalisés 14/08/2003).

	<i>K/Mg</i>
Bio D-G	1,76
Bio D-S	1,16
Rais-G	1,02
Rais-S	0,53
<i>Valeurs types</i>	4<K/Mg<8

Tableau 3 Analyse du rapport K/Mg dans les pétioles de feuilles de vignes de Grenaches et de Syrahs en culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). (Prélèvements réalisés 14/08/2003).

	<i>Phosphore</i>	<i>Azote</i>
Bio D-G	0,7	0,12
Bio D-S	0,39	0,36
Rais-G	0,20	0,32
Rais-S	0,16	0,62
<i>Valeurs types</i>	0,10 à 0,18	0,4 à 0,6

Tableau 4 Analyse des % en Phosphore et en Azote dans les pétioles de feuilles de vignes de Grenaches et de Syrahs en culture Biodynamique (Bio D-G et Bio D-S), et en culture raisonnée (Rais-G et Rais-S). (Prélèvements réalisés le 14/08/2003).

Analyse des résultats

La majorité des physiologistes actuels préfèrent l'analyse des pétiole à celle des feuilles car elle permet d'accentuer les différences, elle constitue donc un meilleur organe de mesure que le limbe. Les teneurs en K et Mg sont celles qui retiennent le plus l'attention.

Le Bore

Le Bore est nécessaire au développement des microorganismes telluriques. Il joue également un rôle important dans l'élongation cellulaire des feuilles et des racines et il intervient dans les processus de lignification.

Les apex des racines et des feuilles sont très sensibles à la déficience en Bore : elles provoquent un affaiblissement de la vigne et une chute importante du rendement des récoltes.

Au niveau cellulaire on le trouve lié aux parois, soit sous la forme d'acide borique soluble, soit sous forme insoluble associé aux rhamnogalacturonanes. Il serait absorbé de façon passive à travers la membrane plasmique. En règle générale le plus fort taux de pectines

Les teneurs en bore des deux vignobles sont satisfaisantes.

La nutrition Phosphore

Les deux vignobles étant situés sur le même substrat géologique, les différences observées résultent probablement des techniques culturales différentes.

Sachant que l'alimentation en phosphore est à la base des mécanismes énergétiques de la cellule (ADP, ATP...) il conviendra ultérieurement, dans le cas du vignoble biodynamique de rechercher quel est le traitement qui conditionne une telle richesse du sol et par conséquent une telle nutrition. Un impact sur les microorganismes telluriques est à envisager.

Des appréciations des activités photosynthétiques sont également à envisager dans nos prochains travaux.

La nutrition K/Mg

Le rapport K/Mg donne une bonne indication de la balance :

Si $K/Mg < 1$ il y a une carence potassique

Si $3 < K/Mg < 7$ l'alimentation potassique et magnésienne est normale,

Si $K/Mg > 10$ il y a une carence magnésienne

Dans le cas des vignobles Biodynamique (1,76 et 1,16) et raisonné (1,02 et 0,53) nous constatons que l'alimentation n'est pas équilibrée. La concentration en Mg^{2+} est élevée alors que la concentration en K est normale.

Les valeurs en K_2O et MgO sont inversées pour les deux vignobles : valeurs plus fortes en K_2O pour la Biodynamie mais plus faibles en MgO .

Dans le cas du vignoble raisonné les apports pour la Syrah : N,P,K (10/10/20) sont de 200Kg/ha et pour le Grenache : N,P,K (0/7/15) de 500Kg/ha

Un apport de compost de raisin a été effectué en 2001.

Pour le K la gamme reconnue pour la vigne pour les physiologistes est la suivante :

< 1%K	très grave déficience avec symptômes
1 à 1,5 % K	déficience grave, signes plus ou moins nets
1,5 à 2	déficience, signes légers
2 à 2,5	légère sous-nutrition K, sans signes
2,5 à 3	bonne à très bonne nutrition
> 3	nutrition élevée.

Les chiffres classiquement retenus comme optimum pour des vignes du Midi de la France sont : N=2,5% ; P=0,22% ; K=1,2%.

Les interprétations citées dans la bibliographie sont souvent controversées.

Nutrition azotée

Pour les deux vignobles (excepté le raisonné Syrah) le taux d'azote est faible.

Une étude comparative de la protéogenèse devrait être envisagée.

4) Etude des Composés phénoliques

1. Objectif

Depuis plus d'un siècle, la protection chimique du vignoble contre certains nuisibles a été rendue nécessaire pour accroître les rendements agricoles et améliorer la qualité des produits. Pendant de nombreuses années, le cuivre et le soufre ont été les seuls moyens de protection, mais l'après-guerre a vu naître l'ère de la chimie de synthèse qui très rapidement a développé une multitude de produits pour combattre les ennemis des vignobles.

La filière viti-vinicole a progressivement pris en compte les conséquences et **les Effets Non Intentionnels** toxicologiques et environnementaux liés à la protection phytosanitaire; ces risques sont aujourd'hui maîtrisés par des études toxicologiques, écotoxicologiques et biologiques obligatoires pour la constitution des dossiers d'homologation des nouvelles matières actives. Cependant, on ne connaît pas ou peu l'incidence de l'application de ces produits vis à vis de la typicité, de la composition et de la qualité nutritionnelle des vins issus des vignoble traités.

Les Effets Non Intentionnels peuvent être évalués par l'étude de molécules cibles présentes dans le vin. Le raisin et le vin renferment une multitude de polyphénols (plus de 200 composés) qui, grâce à leur puissante activité antioxydante, permettent à l'organisme de lutter contre les agressions de l'oxygène qui sont à l'origine d'un grand nombre de maladies.

La qualité d'un vin rouge dépend étroitement de la qualité de son contenu phénolique. Il est donc indispensable de s'intéresser à l'effet de traitements sur la qualité et la composition phénolique du produit transformé.

Analyse des polyphénols dans les feuilles, les baies et le vin.

L'étude présentée a pour but d'évaluer, qualitativement et quantitativement, les composés phénoliques présents dans les feuilles de vigne, les baies et le vin provenant de parcelles conduites en **culture biodynamique** en comparaison avec des parcelles conduites en **culture raisonnée**.

Les polyphénols, et plus particulièrement le resvératrol, sont des molécules issues du métabolisme secondaire qui sont impliquées dans les mécanismes de défense de la plante mais qui ont également un rôle déterminant dans la qualité nutritionnelle et organoleptique du produit fini. Leur impact positif (French paradox) sur la santé du consommateur (maladies cardiaques, cancers, obésité...) n'est plus à démontrer.

2. Détails de l'expérimentation

Prélèvements

50 feuilles par parcelle ont été prélevées de manière aléatoire à des stades repères de la vigne : grappes visibles, floraison, grappes fermées, véraison puis maturité.

L'étude porte sur 4 parcelles : deux parcelles, syrah et grenache, « biodynamiques » et deux parcelles, syrah et grenache, « raisonnées ».

2.2 Evaluation des Polyphénols Totaux (PPT) sur feuilles de vigne par Spectrophotométrie UV/Visible

Protocole Expérimental :

1. *Extraction : Prélever les feuilles. Peser environ 2g de feuilles fraîches. Homogénéiser les feuilles dans un mélange 85/15 (v/v) méthanol/eau avec un Ultra Turrax pendant 5min. Filtrer sous vide avec un entonnoir filtrant en verre fritté (porosité N° 4). Traiter le filtrat avec 2X30ml d'Hexane pour éliminer les composés non polaires. Séparer les deux phases et conserver la phase inférieure. Récupérer la phase inférieure, évaporer à sec (<40°C) puis dissoudre l'extrait polyphénolique dans 7ml de méthanol.*
2. *Analyse des PPT par spectrophotométrie UV/Visible :*
 - *Prise d'essai de 50µl d'extrait polyphénolique*
 - *1ml de Folin Ciocalteu*

- attendre 5min puis 2ml de solution de carbonate de sodium à 20%
- 7ml d'eau
- Après 30min , prendre absorbance à 725nm
- Exprimer en mg d'équivalent acide caféique par g de Matière Fraîche.

2.3 Dosage du resvératrol sur feuilles de vigne par Chromatographie Liquide Haute Pression (CLHP)

Protocole Expérimental :

1. *Extraction : similaire aux PPT*
2. *Analyse du resvératrol sous ses quatre formes isomériques par Chromatographie Liquide Haute Pression (CLHP):*
 - *Filtrer l'extrait polyphénolique obtenu avec filtre millipore 0.22µm.*
 - *Verser l'extrait dans un flacon opaque puis disposer dans l'injecteur de la chaîne CLHP.*

Les conditions chromatographiques sont les suivantes :

- ◇ *Colonne : Superspher RP-18e*
- ◇ *Pré-colonne : LiChrospher RP-18*
- ◇ *Phase mobile : Solvant A : acide acétique-eau (6/94 v/v) ;
Solvant B : acide acétique-eau-acétonitrile (5/65/30 v/v/v)*
- ◇ *Température de la colonne : 22°C±0.5°C*
- ◇ *Débit : 0.5 ml/min*
- ◇ *Gradient d'élution*

<i>Temps (min)</i>	<i>A (%)</i>	<i>B (%)</i>
<i>0</i>	<i>100</i>	<i>0</i>
<i>5</i>	<i>70</i>	<i>30</i>
<i>45</i>	<i>0</i>	<i>100</i>
<i>57</i>	<i>0</i>	<i>100</i>

- ◇ *Volume injecté : 20µl*
- ◇ *Détection UV : à 306nm pour le trans-resvératrol et le trans-picéide et à 285nm pour le cis-resvératrol et le cis-picéide.*

- Expression des résultats en µg de resvératrol aglucone par g de Matière Fraîche.

3. Resvératrol et Polyphénols totaux : résultats sur feuilles et baies

Le resvératrol (3,5,4'-trihydroxystilbène) est une phytoalexine induite par la vigne en réponse à une attaque fongique (*Botrytis Cinerea*) ou à un traumatisme (irradiation UV, traitement phytosanitaire). Ce composé, présent également sous sa forme 3-glucoside (la picéide), est localisé principalement dans la pellicule des grains de raisin. Un des antioxydants du vin, il possède des propriétés pharmacologiques intéressantes : effet antiagrégant (diminution des risques cardiaques), action chimiopréventive du cancer, anti-inflammatoire, anti-fongique. Pour ces nombreuses actions bénéfiques et son rôle d'indicateur de stress, il est nécessaire d'évaluer le taux de resvératrol présent dans les vins rouges.

⇒ Parcelles « Biodynamiques »

• SYRAH

Prélèvements	Stade	Resvératrol total (1)	PPT (2)
23/04/2003	Grappes visibles	0.88	2.19
27/05/2003	Floraison	0.80	8.59
24/06/2003	Grappes fermées	0.70	10.54
30/07/2003	Véraison	n.d. (3)	10.71
01/09/2003	baies	n d	19,54

(1) en µg de resvératrol (forme aglucone) par g de Poids Frais

(2) en mg « équivalent acide caféique » par g de Poids Frais

(3) n.d. : non détecté

• GRENACHE

Prélèvements	Stade	Resvératrol total (1)	PPT (2)
23/04/2003	Grappes visibles	1.89	9.04
27/05/2003	Floraison	1.78	16.32
24/06/2003	Grappes fermées	0.64	11.35
30/07/2003	Véraison	n.d. (3)	13.19
01/09/2003	baies	n d	8,66

(1) en µg de resvératrol (forme aglucone) par g de Poids Frais

(2) en mg « équivalent acide caféique » par g de Poids Frais

(3) n.d. : non détecté

⇒ Parcelles « Raisonnées »

• SYRAH

Prélèvements	Stade	Resvératrol total (1)	PPT (2)
23/04/2003	Grappes visibles	1.98	5.31
27/05/2003	Floraison	0.86	8.02
24/06/2003	Grappes fermées	0.82	7.61
30/07/2003	Véraison	n.d. (3)	7.40
01/09/2003	baies	0,95 TR (4)	20,88

(1) en µg de resvératrol (forme aglucone) par g de Poids Frais

(2) en mg « équivalent acide caféique » par g de Poids Frais

(3) n.d. : non détecté

(4) TR : transresvératrol

• GRENACHE

Prélèvements	Stade	Resvératrol total (1)	PPT (2)
23/04/2003	Grappes visibles	1.58	8.36
27/05/2003	Floraison	1.37	14.47
24/06/2003	Grappes fermées	0.80	14.49
30/07/2003	Véraison	n.d. (3)	11.91
01/09/2003	baies	n d	9,43

(1) en µg de resvératrol (forme aglucone) par g de Poids Frais

(2) en mg « équivalent acide caféique » par g de Poids Frais

(3) n.d. : non détecté

Feuilles rouges (Fr) et vertes (Fv) après récolte (8/10/2003)

	Trans-picéide (1)	T-Resvératrol (1)	Cis-picéide (1)	C-Resvératrol (1)	PTT (2)
FrGB	nd	1,89	nd	nd	15,39
FrSB	nd	1,47	nd	nd	11,25
FrGr	nd	3,54	nd	nd	10,96
GB	nd	nd	nd	nd	9,48
SB	nd	nd	nd	nd	6,05
GR	nd	nd	nd	nd	5,30

(1) en µg de resvératrol par g de Poids Frais

(2) en mg « équivalent acide caféique » par g de Poids Frais

(3) n.d. : non détec

Dosage du resvératrol sur les vins mocépages biodynamiques (Syrah et Grenache)

08/10/2003

	Trans-picéide	T-Resvératrol	Cis-picéide	C-Resvératrol
Syrah	nd	nd	nd	nd
Grenache	nd	nd	nd	nd

Dosage du resvératrol sur les différentes cuves biodynamiques

22/10/2002

<i>Cuve</i>	<i>Cépage</i>	<i>Etat de la vendange</i>	<i>Maturité</i>	<i>Age du vignoble</i>	<i>Resvératrol total (1)</i>
<i>C20</i>	G75/M25	A	A+	?	3,96
<i>C19</i>	G70/C30	A-	A	40ans	4,78
<i>C21</i>	S40/Mt15/G45	A	A	40ans	11,91

C43	G83/C17	A	A	40ans	4,04
C37	Ct17/G63/C20	A	A	40ans	7,86
C24	G	B-	A+	13ans	5,4
C25	G	A	A+	60ans	4,39
C35	G	B-	A+	13ans	3,25
C47	S	B+	A	13ans	11,23
C45	S	B+	A	13ans	11,31
C33	S	A	A	30ans	7,64
C34	S	A	A	30ans	8,17
C23	M	A	A+	?	6,15
C50	?	?	?	?	3,81
C49	?	?	?	?	2,17

Cépage : composition de l'assemblage, exemple G75/M25 = 75%de Grenache, 25% de Mourvèdre.

G : grenache ; M : mourvèdre ; C : carignan ; S : syrah ; Mt : merlot ; Ct : cinsault.

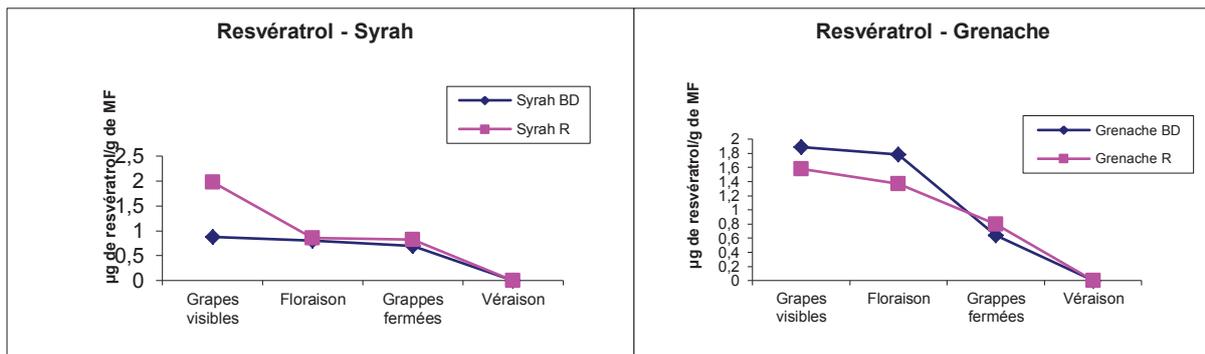
(1) : µg de resvératrol par litre de vin

4) Anthocyanes,

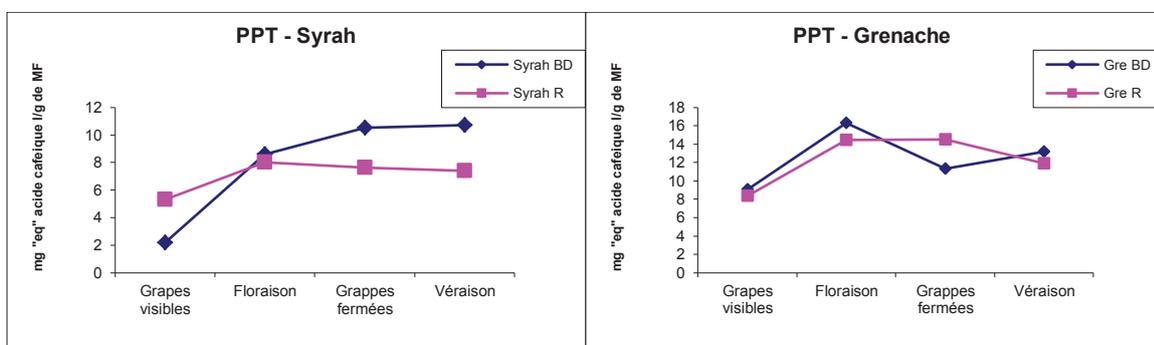
Les anthocyanes, responsables de la couleur du vin, comme les tanins qui lui confèrent sa structure, s'accumulent dans la pellicule des baies au cours de la phase de maturation du raisin (voir plus bas le chapitre cytologie). Elles ont été caractérisées par chromatographie de gradient (Roggero et coll., 1992).

Les sept anthocyanes libres majoritaires dans le vin sont les monoglucosides de cinq anthocyanidines appelées delphinidine, cyanidine, pétunidine, péonidine et malvidine, et deux esters, acétique et coumarique, de la malvidine monoglucoside.

Pic	t _R (min)	Anthocyane	Abbréviation	R ₁	R ₂	R ₃
1	16.05	Delphinidin-3-glucoside	Df-3-glc	-OH	-OH	
2	21.02	Cyanidin-3-glucoside	Cy-3-glc	-OH	-H	
3	24.19	Petunidin-3-glucoside	Pt-3-glc	-OH	-OCH ₃	-H
4	28.50	Paeonidin-3-glucoside	Pn-3-glc	-H	-OCH ₃	
5	30.59	Malvidin-3-glucoside	Mv-3-glc	-OCH ₃	-OCH ₃	
6	46.12	Malvidin-3-acetylglucoside	Mv-3-Acglc	-OCH ₃	-OCH ₃	-Acetyl
7	56.04	Malvidin-3-coumarylglucoside	Mv-3-Couglc	-OCH ₃	-OCH ₃	Coumaryl



Dosage du resvératrol



Dosage des polyphénols totaux

Nous avons étudié 5 anthocyanes monoglucosides en CLHP :

Delphinidine (DpGlc), Cyanidine (CyGlc), Pétunidine (PtGlc), Paeonidine (PnGlc)

ainsi que les formes acétylées de la Paeonidine (PnAc) et de la Malvidine (MvAc) et les formes Coumarylées de la Paeonidine (PnCou) et de la Malvidine (MvCou).

Soit 9 anthocyanes.

a) *Résultats sur feuilles*

Deux lots de 50 feuilles on été récoltés sur les deux cépages (Syrah : S) et grenache (G). et pour les deux conduites biodynamique (B) et raisonné (R) :

- des feuilles entièrement vertes (Fv)
- des feuilles entièrement rouges (Fr)

	DpGlc	CyGlc	PtGlc	PnGlc	MvGlc	PnAc	MvAc	PnCou	MvCou	Total
FrGB	n d	n d	n d	199,6	9,93	n d	n d	3,85	n d	213,38
FrSB	nd	nd	nd	306,25	nd	4,03	nd	19,33	nd	329,61
FrGR	nd	nd	nd	253,19	nd	nd	nd	9,10	nd	262,29
FvGB	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
FvSB	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
FvGR	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

ndFr : feuilles rouges

Fv : feuilles vertes

Les résultats sont exprimés en mg/kg de raisin, *baies prélevée le 08/10/2003*

b) *Résultats sur baies*

	DpGlc	CyGlc	PtGlc	PnGlc	MvGlc	PnAc	MvAc	PnCou	MvCou	Total
GB	19,50	8,99	20,95	49,35	156,86	0,54	4,20	5,44	16,27	282,12
GR	24,94	19,18	25,54	75,44	160,22	0,97	5,34	6,58	15,69	333,91
SB	47,31	7,55	63,07	68,81	396,48	7,88	74,44	37,61	168,49	871,64
SR	28,28	5,07	41,73	43,75	301,99	12,37	114,51	34,94	159	741,64

Les résultats sont exprimés en mg/kg de raisin, *baies prélevée le 01/09/2003*

Analyse des résultats

Resvératrol :

Pour les feuilles, les quatre formes isomériques du resvératrol ont été dosées. On constate que les feuilles rouges ne renferment que du trans-resvératrol.

Les feuilles vertes ne renferment pas de resvératrol. L'apparition des anthocyanes traduit un processus de sénescence accéléré.

Une cinétique des dosages réalisés tout au long du processus de maturité (grappes visibles, floraison, grappes fermées, et véraison) montre pour les deux conduites et les deux cépages une disparition progressive du taux de resvératrol.

Le dosage des PPT traduit une évolution inversement proportionnelle à celle du resvératrol jusqu'à la véraison. Cette évolution du pool des polyphénols révèle la mise en place d'une protection importante à l'égard des futures grappes.

Pour les baies et pour le vin, aucune forme moléculaire significative de resvératrol n'a été retrouvée.

Ce dernier résultat est étonnant car l'application des produits de la phytopharmacie induisent en général une concentration relativement élevée en resvératrol.

En effet, le resvératrol que nous avons dosé (voir tableau ci-dessous) sur une conduite raisonnée (*Cave des Vignerons de Beaumes de Venise*), indiquent des valeurs, pour les rouges, comprises entre 4,26 et 13,27 mg/l.

Même constatation pour les vins biodynamiques de 2002 qui atteignaient des teneurs de 11,31 mg/l pour la Syrah et 3,25 pour le grenache, teneurs toujours plus importantes pour la Syrah.

Teneurs en resvératrol des vins

de la Cave des Vignerons de Beaumes de Venise (Ref. CdR)

VINS	T-resvé	Cis-resvé	T-picéide	Cis-picéide	Resvératrol total
Merlot 99	3,47	2,7	5,66	6,50	13,27
Mourvèdre 99	1,34	1,06	1,49	1,71	4,26
Muscat Or 99	0,08	0,04	0,09	0,18	0,27
Muscat Bois doré	n.d	0,03	n.d	n.d	0,03
Beaumes 99 14%	0,95	1,23	2,36	2,39	4,95
Beaumes fût de	1,17	1,12	1,94	2,59	4,93

chêne 99, 13,5%					
-----------------	--	--	--	--	--

Les teneurs sont exprimées en mg de resvératrol (forme aglucone) par litre de vin.

T-resvé : trans-resvératrol ; Cis-resvé : cis-resvératrol ; T-picéide : trans-picéide .

n.d. : non détecté.

Comme nous l'avons signalé plus haut, le resvératrol (3,5,4'-trihydroxystilbène) est une phytoalexine **induite** chez la vigne en réponse à une attaque fongique (*Botrytis Cinerea*) ou à un traumatisme (irradiation UV, traitement phytosanitaire). Ce composé, présent également sous sa forme 3-glucoside (la picéide), est localisé principalement dans la pellicule des grains de raisins, on en retrouve des traces dans les feuilles.

Les cépages « colorés » permettent d'apprécier l'effet resvératrol.

L'effet « intentionnel » de la vigne qui synthétise cette phytoalexine, vite et en grande quantité, est de mettre en jeu un processus biochimique de défense efficace qui se traduit par une résistance à la cause du stress.

L'effet « non intentionnel », dans le cas du resvératrol, que l'on retrouve dans les baies puis dans le vin, est une action directe bénéfique sur la santé du consommateur car il a une action anti-cholestérol et anti-cancéreuse, c'est le « French paradox ». Or, il se trouve que les produits phytopharmaceutiques, en induisant un stress, induisent une concentration plus ou moins forte de resvératrol dans les baies et donc dans le vin (*PHYTOMA, 2002, N° 554*).

En conclusion, compte tenu des dosages réalisés les années précédentes, seules les conditions climatiques ont pu avoir une incidence sur le métabolisme du resvératrol.

Anthocyanes

* *Pour les feuilles*, on observe une quantité très importante d'anthocyanes dans les feuilles rouges. Les feuilles vertes en sont dépourvues. La forme Paeonidine monoglucoside est alors la forme majeure.

* *Pour les baies*, c'est dans les baies du cépage Syrah que les anthocyanes sont les plus abondantes. On n'observe pas de différence significative entre les deux conduites.

Le rôle des anthocyanes dans la physiologie de la vigne est très complexe. Tous les travaux confirment l'effet négatif des températures trop hautes ou trop basses sur la coloration et la maturation. Un excès d'azote diminue leur synthèse, une carence provoque la coloration des tissus normalement, peu ou pas colorés.

La qualité de la lumière peut également agir sur la concentration des anthocyanes cellulaires.

Le vieillissement des feuilles, ou un stress comme une attaque précoce d'acariens induisent la synthèse d'anthocyanes.

Abert et col. (PHYTOMA, 2002, N° 554) ont révélé que, dans le cas du Mourvèdre et du Cabernet-Sauvignon, il existe une corrélation positive entre l'évolution des anthocyanes et du resvératrol : leurs concentrations augmentent de façon synergique lorsque la vigne subit un stress (phytochimique par exemple). Ce type de synergie pourrait impliquer la mise en place de systèmes de défense rapides et efficaces.

Dans notre étude, les courbes superposées du resvératrol des feuilles (biodynamique et raisonné) traduisent une évolution à peu près identique pour les deux cépages au cours de la maturité des grappes.

L'absence de resvératrol dans les baies ne permet pas d'établir une corrélation entre les anthocyanes et le resvératrol.

Polyphénols totaux

* *Pour les baies*, la Syrah renferme plus de deux fois plus de polyphénols totaux que le grenache.

Une cinétique des dosages réalisés tout au long du processus de maturité (grappes visibles, floraison, grappes fermées, et véraison) montre pour les deux conduites et les deux cépages une augmentation progressive des polyphénols totaux.

* *Dans les feuilles rouges* la concentration en PTT est significativement supérieure à celle trouvée dans les feuilles vertes.

Les phénols interviennent donc dans des mécanismes de physiologie cellulaire classiques, mais ils peuvent aussi être induits quantitativement et qualitativement par des agressions physicochimiques ou biologiques extérieures. Dans ce dernier cas, ils constituent un arsenal de molécules de défense non négligeable dont les effets commencent à être compris.

5) Etude cytologique

Les baies de raisin ont été collectées le même jour sur les deux parcelles, pour les deux cépages.

Fixation : glutaraldéhyde

Déshydratation

Inclusion

Coupes à l'aide d'un Ultramicrotome Richert.

Observation à l'aide d'un Microscope à fluorescence afin de mettre en évidence les phénols.

Du point de vue tissulaire, les phénols et les flavones sont localisés dans les vacuoles de la pellicule, les acides phénols sont concentrés dans les cellules de la pulpe et les tanins dans les pépins et la pellicule.

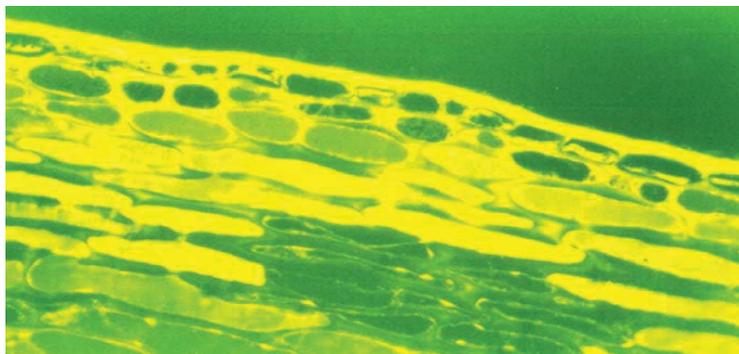
Le rôle des composés phénoliques est complexe et difficile à appréhender au niveau de la dynamique moléculaire impliquée dans les mécanismes de défense mis en place par la vigne.

De façon générale ils existent dans les compartiments cellulaires sous la forme hétérosidique ou éventuellement sous la forme d'esters.

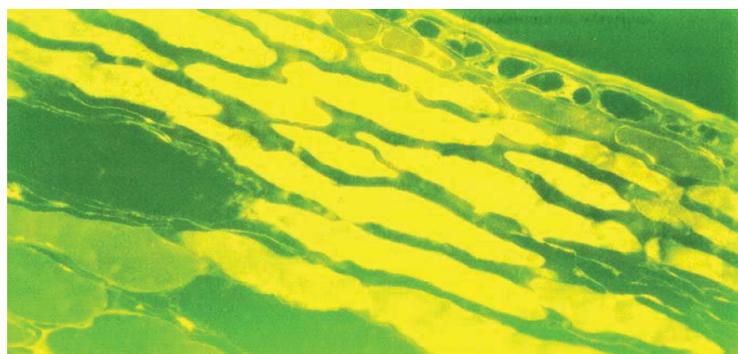
Lorsqu'une cellule meurt, l'apparition d'un mictoplasme entraîne aussitôt une hydrolyse enzymatique qui fait apparaître les formes aglycones.

Les composés phénoliques sont présents dans quatre compartiments cellulaires : le compartiment endoplasmique où ils sont synthétisés, le plastidome où ils sont également synthétisés et accumulés sous la forme de plastoglobules (stérinoplastes), le système vacuolaire où ils sont accumulés, et enfin le système pariétal où ils sont impliqués dans la mise en place des infrastructures architecturales et ont un rôle efficace de défense active à l'encontre des pathogènes fongiques.

Etude cytologique réalisée sur des baies d'AOC
Chateauneuf du Pape



**Agriculture
Biodynamique**



**Agriculture
Biologique**



**Agriculture
Raisonnée**

Analyse des résultats cytologiques

Année 2002 –Chateauneuf du Pape (raisonné, Biologique, Biodynamique) baies de Syrah.

Les phénols apparaissent en jaune.

L'examen cytologique révèle une parfaite organisation architecturale dans le cas du **Biodynamique**. La cuticule est régulière, les parois de l'épiderme sont riches en phénols : les structures de défense de la baie sont bien en place. Les vacuoles de la pellicule sont riches en phénols. Les cellules de la pulpe sont pauvres en phénols, en effet, leur fonction n'est pas d'assurer un rôle de défense mais d'accumuler des réserves en sucres solubles.

La baie **Biologique** ne diffère que par l'existence d'espaces pariétaux qui traduisent une structure plus hydratée et moins cohérente.

Dans le cas du **Raisonné**, l'organisation tissulaire est très perturbée. La cuticule est souvent rompue (sans doute à cause de l'action drastique des traitements chimiques), la concentration en phénols est très importante (en réaction aux stress), les parois sont altérées.

Cette photographie représente l'allure générale des baies que nous avons observées. Toutefois toutes ne sont pas aussi abîmées.

Année 2003 – AOC Vacqueyras et Gigondas (Raisonné et Biodynamique)

L'examen de la coupe transversale de la baie **Syrah Biodynamie** témoigne d'une bonne organisation tissulaire. La pellicule est stratifiée en deux couches : la couche (1), la plus externe est riche en phénols intravacuolaires ; la couche (2) révèle la présence de phénols polycondensés intravacuolaires. On note la présence d'espaces interpariétaux très hydratés qui ont perdu leur rigidité.

Ces modifications notées par rapport au cliché pris l'année précédente (2002), pourraient résulter des conditions climatiques extrêmes de 2003 (voir plus haut le chapitre données climatiques).

Mêmes remarques pour la baie de **Grenache Biodynamie** pour laquelle le phénomène est plus accentué.

Dans la **Syrah en Raisonné** la vacuolisation des espaces pariétaux de la zone (1) de la pellicule est très importante. Dans le cas du **Grenache Raisonné**, bien que la coupe présentée soit légèrement tangentielle, nous constatons une forte hydratation des espaces vacuolaires et des vacuoles. On ne retrouve pas la zone (2). Il convient de noter que les assises les plus externes de la pellicule sont pauvres en phénols, les système de défense paraît donc affaibli.

Année 2003- Chateauneuf du Pape (raisonné, Biologique, Biodynamique)

Les baies de Syrah en Raisonné 2003 ne renferment plus que des tanins et des anthocyanes. Ces dernières sont localisées dans les 6 couches les plus externes de la pellicule (rouge). Il s'agit probablement d'une réaction de stress doublée d'un vieillissement accéléré. Dans le cas des baies en **Biodynamie**, on retrouve le même

phénomène mais de façon moins intense, les phénols protecteurs des trois assises les plus externes sont bien représentés. Les espaces pariétaux sont vacuolisés pour les couches les plus internes.

Les dosages des PPT confirment (page 17 et 18) l'augmentation importante des PPT au cours de la maturité dans les feuilles et dans les baies avec des proportions plus importantes pour la Syrah.

Les anthocyanes montrent (page 21) une concentration totale beaucoup plus importante pour les baies de Syrah (la malvidine étant dans tous les cas l'anthocyane majeure. Quel est le rôle de cette anthocyane ?).

Les résultats biochimiques concordent donc avec la visualisation des phénols en microscopie optique.

Les différences observées entre 2002 et 2003 pourraient être dues aux conditions climatiques.

D'une manière générale nous pouvons conclure que l'architecture cellulaire des baies en Biodynamie est mieux structurée, Les assises externes de la pellicule sont beaucoup plus riches en phénols vacuolaires et pariétaux : la défense de la baie est donc bien assurée.
Il est vraisemblable que les perturbations structurales et donc fonctionnelles des tissus des baies en raisonnée soient induites par les traitements chimiques.

Ces résultats avaient pour but de dresser un état de santé préliminaire des vignes en réponse à deux techniques culturales totalement différentes.

Il est évident que la conduite en Biodynamie préserve l'identité naturelle de la vigne. L'étude des effets, pour être concluante doit être poursuivie pendant plusieurs années.

En ce qui concerne les causes, il apparaît indispensable de comprendre le pourquoi et le comment des traitements et modes opératoires utilisés par les biodynamiciens et en particulier les 500 et 501 et les dates des applications en relation avec les influences physicochimiques de l'environnement.