



# GUIDE DE LA FERTILISATION RAISONNÉE

Vignobles de la Vallée du Rhône

**COORDINATION :****Begoña RODRIGUEZ LOVELLE**– Syndicat Général des Vignerons Réunis  
des Côtes du Rhône**COMITÉ DE RÉDACTION :****François BÉRUD**

– Chambre d'Agriculture de Vaucluse

**Florent BOUTIN**

– Chambre d'Agriculture de Vaucluse

**Eric CHANTELOT**

– ITV France

**Emmanuelle FILLERON**– Chambre d'Agriculture de Vaucluse -Domaine  
expérimental « La Tapy »**Olivier JACQUET**

– Chambre d'Agriculture de Vaucluse

**Isabelle MÉJEAN**

– Chambre d'Agriculture de la Drôme

**Jacques OUSTRIC**

– Chambre d'Agriculture du Gard

**Catherine REYNAUD**

– Domaine expérimental « La Tapy »

**Begoña RODRIGUEZ LOVELLE**– Syndicat Général des Vignerons Réunis  
des Côtes du Rhône**Olivier ROUSTANG**

– Inter Rhône

**Jean Pierre SOYER**

– INRA Bordeaux

**ONT ÉGALEMENT COLLABORÉ :****Biljana ARSIC**

– Syndicat Général des Vignerons Réunis des Côtes du Rhône

**Bernard GENEVET**

– Chambre d'Agriculture du Gard

**Christophe RIOU**

– Inter Rhône

**Jean Yves CAHUREL**

– ITV France

**Céline CHARLES**

– Domaine expérimental « La Tapy »

**Marc GUICHET**

– Chambre d'Agriculture des Pyrénées Orientales

**Sylvain MICHEL**

– Université de Suze la Rousse-CREDO

Ce travail a été réalisé à l'initiative du GROUPE  
« FERTILISATION DE LA VIGNE EN VALLEE DU RHONE »  
de l'Institut Rhodanien

JACQUES BLISSON / PRÉSIDENT DE L'INSTITUT RHODANIEN

## vers une fertilisation raisonnée

Ces dernières années, la viticulture raisonnée connaît un développement certain dans les vignobles de la Vallée du Rhône. Des modifications sont aujourd'hui visibles concernant les pratiques d'entretien des sols, de protection du vignoble, de traçabilité...

D'autre part, la demande des marchés rend nécessaire une maîtrise accrue de la vigueur de nos vigne.

Force est de constater que les progrès sont moins sensibles en fertilisation où l'empirisme domine encore.

Conscients de la nécessité de progresser vers une fertilisation raisonnée, les techniciens des organismes partenaires de l'Institut Rhodanien ont échangé leurs expériences et harmonisé leurs conseils au sein du « Groupe fertilisation » de l'Institut Rhodanien. Ils nous proposent, avec ce premier « **Guide de la Fertilisation Raisonnée** », un outil pour améliorer nos pratiques.

Sa lecture devrait nous permettre de progresser et de respecter une règle simple : pas de fertilisation sans analyse.

# sommaire

- 5** I. **généralités sur la fertilisation de la vigne**
  - I. 1. les objectifs de la fertilisation
  - I. 2. les besoins en éléments minéraux de la vigne
  - I. 3. le rôle des éléments minéraux
  
- 9** II. **les outils d'aide à la décision**
  - II. 1. les outils concernant le sol
    - 1. l'analyse du sol
    - 2. les fosses pédologiques
    - 3. les cartes de sols
  - II. 2. les outils concernant la plante
    - 1. le diagnostic foliaire
    - 2. l'analyse des moûts
    - 3. autres analyses : analyse de sève, fluorimétrie, N tester...
  
- 13** III. **la pratique des apports**
  - III. 1. les interventions avant plantation
    - 1. de la réflexion avant tout
    - 2. l'interprétation des résultats des analyses de sol
    - 3. modalités d'apport
  - III. 2. les interventions sur vigne en place
    - 1. objectifs et outils
    - 2. la pratique des apports d'entretien
      - > les amendements
      - > la fumure minérale
  
- 15** IV. **les symptômes de carence de la vigne**
  
- 19** V. **amendements et engrais**
  - V. 1. les amendements
    - 1 - amendements calciques
    - 2 - amendements organiques
  - V. 2. les engrais
    - 1. engrais minéraux et organo-minéraux
    - 2. engrais foliaires et correcteurs de carence
  
- 25** VI. **le lien œnologique : exemple de l'azote assimilable**
  
- 29** **pour en savoir plus...**
  
- 32** **annexe**
  - abréviations et tableaux de conversion pour les matières fertilisantes
  
- 35** **contacts**



# I. généralités sur la fertilisation de la vigne

# I. généralités sur la fertilisation de la vigne

➤ Dans le sol, les plantes trouvent l'eau et les éléments minéraux indispensables à leur croissance et à leur développement, dont le moteur est la photosynthèse, nécessaire à la synthèse des composés organiques.

La vigne, plante pérenne, est capable avec son système racinaire d'explorer un grand volume de sol et a des exigences minimales vis-à-vis des apports de fertilisants.

De plus, c'est une plante rustique qui s'adapte bien à pratiquement tous les terroirs. Mais c'est dans des sols à faible fertilité naturelle qu'elle exprime souvent, à travers les vins obtenus, le maximum de qualité.

## I.1. les objectifs de la fertilisation

En viticulture, les apports de matières fertilisantes ont trois objectifs principaux :

### 1.1. le maintien des potentialités des terroirs

Dans la vallée du Rhône, le vignoble est principalement orienté vers des productions de qualité (AOC, Vin de Pays). Il est implanté sur des terroirs avec des sols peu à moyennement fertiles : forte proportion d'éléments grossiers (cailloux, graviers, sables), sols moyennement profonds, sols sensibles à l'érosion.

Ces sols sont fragiles : les plantations s'y succèdent dans le temps sans repos notable, accentuant les risques de dégradation et favorisant l'appauvrissement des sols en matière organique et éventuellement en éléments minéraux.

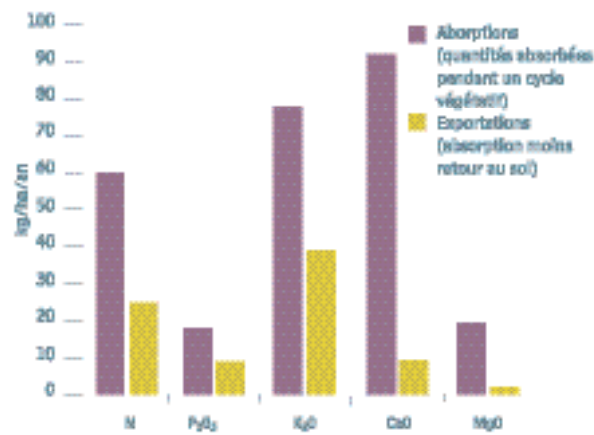
### 1.2. la satisfaction des besoins de la vigne en éléments minéraux

En général, pour le vigneron, c'est l'objectif principal de la fertilisation. Nous verrons plus loin que les besoins de la vigne ne sont pas très élevés. Cependant, il est nécessaire de maintenir le sol en état d'assurer la nutrition de la vigne en apportant les éléments minéraux présents en quantité insuffisante ou peu disponible.

### 1.3. assurer une production de qualité

Cet objectif influence de manière importante le raisonnement de la fertilisation. En effet, les apports ne sont pas destinés à mettre la vigne dans les conditions favorisant la croissance et une production maximale mais, au contraire, la recherche de la qualité implique la limitation de la vigueur et le respect d'un rendement modéré.

On recherche donc une alimentation minérale modérée en évitant cependant les risques de carence ou d'accidents physiologiques.



[TABLEAU I - 1] PRÉLÈVEMENTS ANNUELS D'OLIGOÉLÉMENTS PAR LES FEUILLES, LES RAMEAUX ET LES GRAPPES DE LA VIGNE (EXPRIMÉS EN g/ha) (SOURCE : DELAS, 2000)

Fer (Fe)	400 à 800 g
Zinc (Zn)	100 à 200 g
Manganèse (Mn)	80 à 160 g
Bore (B)	80 à 150 g
Cuivre (Cu)	60 à 120 g

## I.2. les besoins en éléments minéraux de la vigne

Les besoins en éléments minéraux de la vigne sont présentés dans la figure I-1 et le tableau I-1. Il faut savoir qu'une partie des prélèvements retournent au sol (bois de taille, feuilles...) réduisant d'autant les exportations réelles. Il y a également un stockage des éléments minéraux dans les bois et les racines.

Les besoins de la vigne sont peu importants par rapport à la plupart des plantes cultivées. De plus, les rythmes d'absorption annuels, étalés sur une longue période, ne présentent jamais de pic vraiment élevé (au printemps entre 500 à 1000 g/ha/j pour l'azote et le potassium). En début de cycle végétatif, la redistribution des éléments minéraux se fait à partir des organes de réserve (racines, tronc, ...). Ensuite, les racines sont opérationnelles et prélèvent les éléments minéraux dissous dans l'eau du sol. Lors de la maturation, les composés présents dans la plante sont transférés depuis les feuilles et les rameaux vers les fruits et les organes de réserve.

## I.3. le rôle des éléments minéraux

### 3.1. azote

C'est un constituant essentiel de la matière végétale. Il entre dans la composition chimique des acides aminés (protéines et enzymes), des acides nucléiques (ADN) et de substances indispensables pour le fonctionnement du végétal comme la chlorophylle, les auxines, les cytokinines...

L'azote a une incidence directe sur la croissance et le rendement.

En viticulture, l'objectif qualitatif de production nécessite de limiter les effets négatifs des excès d'azote :

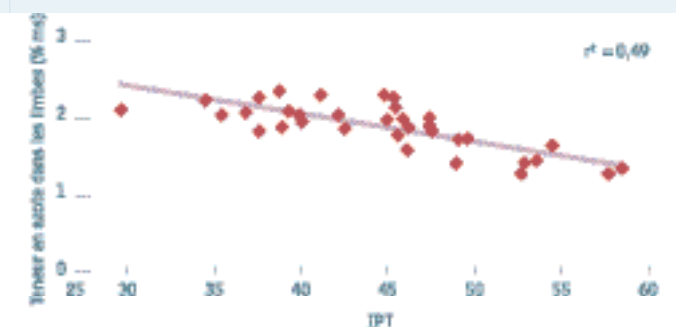
- le retard de l'arrêt de croissance et la prolongation de l'état juvénile,
- une sensibilité plus élevée au Botrytis,
- l'augmentation du risque de coulure,
- une déviation du métabolisme des sucres vers la croissance végétative au détriment de la maturation des baies (sucres et composés phénoliques),
- le risque d'augmentation de la teneur dans les vins de composés azotés nuisibles à la santé humaine comme les amines biogènes, principalement l'histamine, pour les fertilisations azotées abusives,
- une diminution de la structure des vins. Les vignes avec de fortes teneurs foliaires en azote (liées à des apports importants), donnent lieu à des vins sensiblement moins riches en polyphénols totaux (fig. I-2) et en anthocyanes.

### 3.2. phosphore

Le phosphore est un élément essentiel pour la physiologie végétale. Il participe à la plupart des réactions indispensables à la vie qui demandent de l'énergie : respiration, synthèse des glucides et des protéines. Avec l'azote, c'est un constituant des acides nucléiques, supports de l'hérédité. Il entre aussi dans la constitution des phospholipides des membranes cellulaires.

La figure I-1 montre que les besoins de la vigne en phosphore

[FIGURE I - 2] CORRÉLATION NÉGATIVE ENTRE L'AZOTE DES FEUILLES ET L'INDICE DE POLYPHÉNOLS TOTAUX DES VINS (I.P.T.), SIGNIFICATIVE À 0,1%. (SOURCE : OBSERVATOIRE GRENACHE, INSTITUT RHODANIEN 2002)



sont faibles. De plus, la capacité d'absorption de cet élément par les vignes en place est importante (mycorhizes).

### 3.3. potassium

Le potassium joue un rôle très important en :

- contrôlant les mécanismes d'ouverture et de fermeture des stomates, ce qui permet une régulation de la transpiration,
- régulant le pH cellulaire,
- activant de nombreux systèmes enzymatiques,
- intervenant dans la synthèse des sucres et leur migration vers les baies,
- salifiant l'acide tartrique en bitartrate de potassium dans les raisins.

C'est un élément très mobile dans la plante, ce qui lui permet d'être facilement transporté vers les sites d'utilisation et ensuite redistribué. Le potassium est antagoniste d'autres cations, notamment du magnésium : un niveau trop élevé d'absorption du potassium se traduit par une moindre absorption du magnésium.

### 3.4. magnésium

Le magnésium est un des constituants de la chlorophylle, pigment essentiel pour la photosynthèse qui permet aux plantes de fixer le gaz carbonique de l'air et de le transformer en sucres.

Avec le potassium, il contribue à la neutralisation des acides organiques. Il intervient aussi dans de nombreuses réactions enzymatiques concernant le métabolisme des sucres. Avec le calcium, il entre dans la constitution des parois cellulaires dont il contribue à assurer la stabilité.

### 3.5. calcium

Le calcium intervient, avec les autres cations (potassium, magnésium) dans la neutralisation des acides organiques et la stabilité des parois cellulaires. Il participe également aux réactions enzymatiques.

En sol neutre ou alcalin, l'alimentation en calcium est pleinement satisfaite. En sols acides, le pH bas favorise les toxicités métalliques et donc des apports de carbonate sont souvent nécessaires pour limiter les effets négatifs liés à un pH trop bas.

### 3.6. soufre

Le soufre entre dans la composition des acides aminés soufrés. Il joue un rôle dans l'arôme de certains cépages (cépages blancs en particulier) par l'intermédiaire de composés soufrés volatils.

### 3.7. oligo - éléments

Nécessaires en très faible quantité, les oligoéléments jouent un rôle important en intervenant dans des réactions enzymatiques.

## II. les outils d'aide à la décision

[TABLEAU I - 2] RÔLES DES OLIGOÉLÉMENTS POUR LA VIGNE

	Rôle dans la plante	Remarques
- FER	Synthèse de la chlorophylle Métabolisme des nitrates	Généralement présent dans les sols Son absorption peut être perturbée en sols calcaires : chlorose ferrique
- MANGANESE	Photosynthèse Métabolisme des nitrates	Risque de carence en sols calcaires et de phytotoxicité en sols acides
- ZINC	Synthèse des acides nucléiques et des protéines Métabolisme des auxines	Risque de carence en sols calcaires et de phytotoxicité en sols acides
- CUIVRE	Photosynthèse et biosynthèse des protéines	Accumulation dans les sols par les apports de spécialités cupriques Risque de phytotoxicité en sols acides
- BORE	Fécondation Transport et utilisation des sucres	Généralement présent en quantité suffisante dans nos sols



## II. les outils d'aide à la décision

➤ L'observation régulière du vignoble (sol, vigne, végétation naturelle, situation topographique...) reste le premier outil de diagnostic et le plus facile à mettre en œuvre.

On dispose également de divers outils pertinents pour piloter une fertilisation raisonnée. Les uns permettent d'appréhender le sol et d'agir pour optimiser son adéquation à la culture et pour le protéger des dégradations. Les autres informent sur l'état d'alimentation minérale de la plante, en aidant donc à définir une stratégie d'action.



L'OUVERTURE D'UNE FOSSE CONSTITUE UNE APPROCHE COMPLÉMENTAIRE À L'ANALYSE DE SOL.

### II.1. les outils concernant le sol

#### 1.1. l'analyse de sol

L'analyse de sol est un outil incontournable pour connaître l'état physico-chimique du sol et pour raisonner les éventuelles corrections à faire (amendements ou apports d'engrais minéraux).

**Une analyse de sol est indispensable avant toute plantation pour décider de la pertinence d'une fumure de fond.** Il est impossible de bien mettre en œuvre une fumure de fond sans connaître la composition du sol. Cette analyse permet en plus d'orienter le choix du porte-greffe et elle apporte également des informations pour adapter les travaux de préparation de la parcelle avant plantation.

Pour les vignes en place, cet outil reste toujours pertinent dans le but de connaître le sol, malgré les difficultés pour réaliser un prélèvement représentatif sur une parcelle plantée. En revanche, il présente des limites pour l'interprétation du comportement de la plante. En effet, la relation entre les niveaux des éléments minéraux dans le sol et ceux dans la plante n'est pas toujours directe (blocages, antagonismes et synergismes, profondeur d'exploration des racines...). Pour les vignes en place, le diagnostic foliaire est beaucoup plus adapté.

#### Le prélèvement

Le sol étant un milieu hétérogène, la précision des résultats fournis par l'analyse dépend fortement de la qualité du prélèvement. Il doit être réalisé avec beaucoup de soin (cf. encadré).

#### Les menus d'analyse

Il est préférable de confier les échantillons à un laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture.

Les laboratoires proposent de nombreux menus. Il est souhaitable de réaliser un « bilan agronomique complet » comportant :

- granulométrie (sables, limons et argiles - 5 fractions -)
- refus (fraction supérieure à 2 mm)
- matière organique
- pH eau
- calcaire total
- calcaire actif
- indice de pouvoir chlorosant (IPC) éventuellement
- phosphore
- CEC (capacité d'échange cationique)
- calcium, potassium, magnésium et sodium échangeables
- oligoéléments.

Cela permet une caractérisation physico-chimique générale.

#### COMMENT FAIRE UN PRÉLÈVEMENT DE SOL

- Pour chaque unité culturale, faire un échantillon par type de sol, par profondeur et par zone homogène.
- Prendre l'échantillon sur un sol ressuyé et de préférence défoncé.
- Choisir une zone homogène de la parcelle et effectuer plusieurs carottages à l'aide d'une tarière à main.
- Mélanger ces carottages (entre 10 et 15 par zone homogène) pour constituer un seul échantillon.
- Éviter les bordures de la parcelle et les zones atypiques, qui seront traitées séparément.
- Envoyer au laboratoire entre 500 g et 1 kg de terre dans un sac propre et bien étiqueté.
- Pour un sol défoncé, réaliser un prélèvement entre 0 et 50/60 cm de profondeur ; dans les autres cas, prélever à deux profondeurs : 0-30 cm et 30-60 cm.

Il faut savoir que le temps nécessaire pour obtenir les résultats du laboratoire est au minimum de trois semaines pour une analyse complète. Par ailleurs, les laboratoires proposent des analyses plus spécifiques pour approfondir la connaissance de la vie et de la fertilité du sol (fractionnement des matières organiques, biomasse microbienne, carbone microbien... cf. encadré), de l'état physique, du niveau de métaux lourds et de polluants...

#### INTÉRÊT ET MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS par Éric CHANTELOT (ITV France)

##### ▪ Rôle de l'activité biologique

La formation des sols (pédogénèse) et la nutrition des plantes sont conditionnées par des réactions d'origine biochimique. Leur déroulement s'effectue en présence d'êtres vivants et de leurs enzymes. La connaissance de l'activité biologique d'un sol permet donc d'approcher la dynamique d'évolution du sol et les capacités d'échange entre le sol et la plante.

Les sols renferment de très nombreux êtres vivants (microflore, micro et mésofaune) dont l'activité est en lien plus ou moins direct avec leur " fonctionnement ". Quelles sont les mesures biologiques et biochimiques "opérationnelles", c'est-à-dire véritablement utilisables pour juger des effets des pratiques agricoles sur la qualité des sols et de l'environnement ?

Les principales méthodes analytiques capables d'apporter une information sur l'activité biologique du sol sont présentées ici. Précisons que ces méthodes ne se substituent pas à l'observation de terrain (fosse pédologique). Elles viennent en complément.

##### ▪ Les méthodes d'évaluation

**La biomasse microbienne.** La notion de biomasse microbienne recouvre l'ensemble des micro-organismes du sol (bactéries, champignons, etc.). Elle correspond à la mesure du carbone contenu dans les êtres vivants du sol. La biomasse microbienne est donc une mesure globale, représentant une quantité de carbone " vivant " dans le sol. Cette méthode présente l'avantage d'être applicable à tout type de sols, d'être pratiquement " normalisée " et relativement facile à mettre en œuvre.

**Le pool de matières organiques du sol.** Il existe deux formes identifiées de matières organiques : la matière organique très stable (« l'humus ») et la fraction vivante (la biomasse microbienne). Entre ces deux formes, il existe une fraction organique intermédiaire. Cette fraction peut être estimée par différentes méthodes : l'extraction à l'eau chaude, le fractionnement granulométrique, la mesure de la fraction non humifiée de la matière organique (méthode Hérody).

La connaissance de cette matière organique « labile » renseigne sur la *structure de la matière* organique du sol. C'est un indicateur d'évolution rapide (de l'ordre de 3 à 5 ans). La minéralisation du carbone et de l'azote. Il s'agit de mesurer un potentiel de minéralisation. La méthode consiste à mesurer la minéralisation du carbone et de l'azote en conditions contrôlées, proches de l'optimum biologique (28 jours à 28°C). Cette quantité de carbone rapportée à la taille de la biomasse microbienne permet d'accéder au taux de renouvellement du carbone « vivant ». Les activités enzymatiques du sol. La dégradation des matières organiques par les êtres vivants s'effectue principalement par des enzymes. Il est donc possible d'approcher la notion d'activité biologique en mesurant certaines fonctions enzymatiques du sol.

Ces méthodes sont peu pratiquées car la mesure est très spécifique et donc difficile à rapprocher d'une notion de fonctionnement du sol.

**Les mesures macrobiologiques.** L'évaluation des populations lombriciennes consiste à déterminer le nombre, la masse et la diversité des vers de terre présents dans le sol. Les lombrics sont des organismes vivants structurant le sol (galeries, brassage de la matière organique...). Leur évaluation renseigne sur la structure du sol et son potentiel d'évolution. Les méthodes d'échantillonnage sont précises et ne permettent pas un usage en routine. Toutefois, des approximations peuvent être envisagées en simplifiant les méthodes.

Pour le moment, il n'existe pas de référentiel fiable des indicateurs d'activité biologique du sol. Ces outils ne permettent pas de diagnostiquer la « qualité » du sol au moment de la mesure. Leur utilisation ne peut s'envisager que dans le cadre d'un suivi dans le temps d'une parcelle. Ces outils renseigneront alors sur l'évolution du statut biologique du sol.

### L'interprétation

Les résultats analytiques seuls ne permettent qu'une interprétation globale, basée sur les normes générales ou locales établies par le laboratoire. En général, les laboratoires disposent de logiciels d'interprétation qui permettent de traiter un grand nombre d'échantillons, mais l'idéal est toujours de faire une interprétation adaptée à chaque parcelle. Pour cela, les observations de terrain et les renseignements fournis par le vigneron (caractéristiques de la parcelle, particularités du sol, comportement de la plantation précédente et historique de fertilisation) sont indispensables pour ajuster les préconisations à chaque cas. L'aide d'un technicien viticole local s'avère indispensable.

### 1.2. les fosses pédologiques

L'ouverture d'une fosse pédologique, avec une description détaillée du profil pédologique, cultural et racinaire faite par un spécialiste, constitue une approche complémentaire à l'analyse de sol.

Elle est fortement conseillée avant toute plantation ou tout simplement lorsqu'on désire approfondir la connaissance du sol.

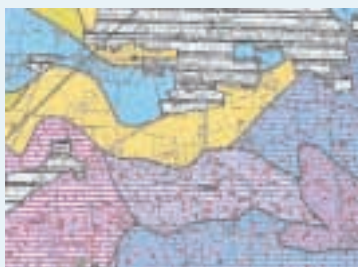
L'ouverture d'une fosse apporte des informations sur une profondeur importante et permet d'observer la nature et la disposition des différentes couches de sol ainsi que du système racinaire. Pour observer l'enracinement du vignoble il est conseillé de creuser entre deux rangs de vigne et d'aller au moins jusqu'à la profondeur maximale des racines.

Les renseignements obtenus permettent de compléter et d'affiner les conseils concernant la fertilisation et le choix du type d'entretien du sol.

### 1.3. les cartes de sols

Les cartes de sols, toutes élaborées à partir de prospections à la tarière, de descriptions de fosses et d'analyses de sols, sont d'excellents outils d'approche globale des sols d'une zone. Elles permettent d'avoir une référence générale de la constitution du sol lorsque l'on n'a pas d'éléments plus précis au niveau de la parcelle. Bien évidemment, le degré de précision de la carte (échelle et résolution) va conditionner le type et la qualité de l'information que l'on peut en retirer. Il ne faut donc pas oublier que certaines caractéristiques d'un sol donné sont difficilement généralisables aux sols de la même zone et souvent même entre deux parcelles voisines.

Des analyses de sol combinées à l'ouverture de fosses pédologiques restent donc les outils incontournables pour bien caractériser un site précis.



LES CARTES DE SOLS DONNENT UNE IDÉE GLOBALE SUR LES SOLS D'UNE ZONE.

## II.2. les outils concernant la plante

L'analyse de sol apporte peu d'information sur le niveau d'alimentation d'une vigne en place. L'analyse de différents organes de la plante est préférable pour connaître son état de nutrition minérale. On raisonne alors la fertilisation la plus équilibrée et la plus adaptée aux objectifs de production. Ces analyses seront confortées par des observations au vignoble (carences, vigueur, charge...).

### 2.1. le diagnostic foliaire

On peut analyser les feuilles entières, ou bien les limbes ou les pétioles séparément. Les trois méthodes sont proches, mais la plus adaptée et la plus robuste aujourd'hui pour piloter la fertilisation sur vigne en place est le diagnostic pétioleaire.

#### ■ Le diagnostic pétioleaire

Cette méthode est aussi bien conseillée pour des parcelles présentant des troubles nutritionnels que pour des parcelles sans symptôme particulier, dans le but d'optimiser la fumure d'une vigne en place en fonction des objectifs de production.

#### Les analyses

Le diagnostic pétioleaire s'avère particulièrement pertinent pour déterminer les niveaux d'alimentation en potassium, magnésium, calcium et phosphore. Il est aussi utilisé pour les oligoéléments (zinc, manganèse, bore). Il est intéressant de travailler avec la teneur de chaque élément dans les pétioles ainsi qu'avec leur rapport : des ratios déséquilibrés entre éléments sont souvent à l'origine de carences rencontrées dans notre région, notamment le rapport potassium/magnésium.

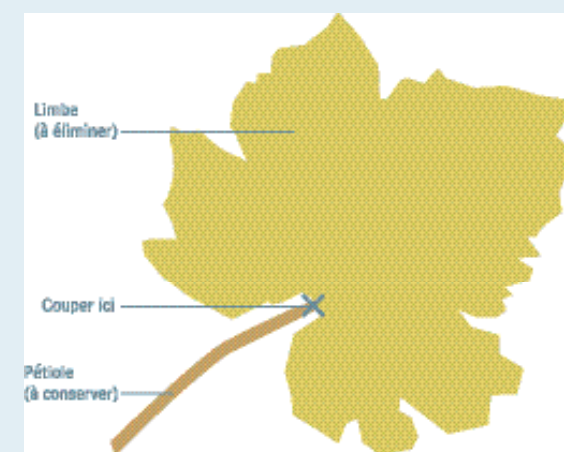
#### L'interprétation

La composition des pétioles est fortement dépendante du cépage, du millésime (en particulier de la pluviométrie), des pratiques culturales (notamment l'historique de fertilisation), du porte-greffe, du type de sol ou encore de certaines maladies (viroses).

L'interprétation du diagnostic pétioleaire ne peut donc pas se faire isolément et nécessite un réseau de parcelles. Dans la Vallée du Rhône, plusieurs réseaux suivis depuis une dizaine d'années ont permis de créer des références locales pour les principaux cépages et d'intégrer les particularités climatiques annuelles de chaque secteur (contacter les membres du groupe « Fertilisation de la vigne en Vallée du Rhône »). Par ailleurs, d'autres informations

#### LA PRATIQUE DE L'ANALYSE PÉTIOLAIRE

- Prélever 50 feuilles à la mi-véraison sur 50 ceps différents. Ces ceps doivent se trouver dans une zone représentative de la parcelle.
- Ne pas prélever après une pluie, attendre 3 ou 4 jours.
- Éliminer les rangs de bordure. Bien repérer la zone de prélèvement dans la parcelle de façon à revenir sur la même zone les années suivantes.
- Prélever la feuille opposée à la première grappe (la plus basse du sarment). A défaut, prendre la deuxième. Séparer immédiatement le limbe du pétiole (voir schéma). Ne garder que le pétiole. Ne pas prélever des feuilles abîmées.
- Sur vignes palissées, prélever de part et d'autre du rang. Sur gobelet, prélever dans la direction de quatre points cardinaux.
- Mettre ces 50 pétioles dans un petit sac plastique (par ex. sac de congélation) et l'envoyer au laboratoire bien étiqueté. Ne pas conserver les échantillons (éventuellement une nuit au réfrigérateur). Si les vignes présentent des symptômes difficiles à identifier, contacter votre technicien.



complémentaires telles que les observations au vignoble (surtout les carences), les résultats d'analyse de sol avant plantation, les fumures apportées, le comportement agronomique de la parcelle (production, vigueur, caractéristiques qualitatives de la récolte), l'objectif de production, sont nécessaires pour bien ajuster l'interprétation à chaque parcelle.

### 2.2. l'analyse des moûts

Les analyses sur moût à la récolte apportent des informations sur l'état d'alimentation minérale de la plante et peuvent être utilisées en complément pour piloter la fertilisation. En particulier, le niveau d'azote des moûts (azote total ou assimilable) semble plus pertinent pour étudier l'alimentation azotée que l'analyse de feuilles. Les observations faites au vignoble doivent conforter ces résultats (cf. chapitre VI).

Concernant les cations (potassium, calcium, magnésium), les analyses de moûts ne sont pas toujours corrélées avec les teneurs pétiolaires; de plus, les références sont encore insuffisantes pour une bonne interprétation des conseils de fumure.

### 2.3. autres analyses

Il s'agit de techniques beaucoup plus récentes, encore en phase d'acquisition de références, même si elles sont déjà proposées par certains laboratoires. Actuellement, leur interprétation reste donc difficile par manque de recul et de normes validées adaptées à chaque région et à chaque cépage.

- **Analyse de sève** : On analyse le jus extrait des tissus conducteurs des feuilles. Il permet de faire un bilan pour les principaux éléments et oligoéléments sur la base de 4 à 8 mesures par saison.
- **Analyse des bois** : L'analyse des rameaux à la période de la taille prend en compte la mise en réserve des souches et permet de mieux connaître l'état nutritionnel des ceps avant le démarrage de la végétation.

D'autres analyses donnent des indications sans doser les éléments minéraux ; elles nécessitent une validation scientifique :

- **N tester ou Spad** : Ces appareils estiment au vignoble l'intensité de la couleur verte des feuilles. Cette mesure donne indirectement une indication sur le niveau d'alimentation azotée. Les résultats doivent être confortés par des observations du niveau de vigueur sur le vignoble.
- **Fluorimétrie** : Un test fluorimétrique réalisé au vignoble permet de détecter les stress, notamment ceux dus à des carences nutritionnelles. Il se base sur le principe suivant : lors du processus photosynthétique, une plante stressée manifeste une émission plus importante de fluorescence qu'une plante saine. Pour la vigne cette technique est encore en cours de mise au point.



L'OBSERVATION DU VIGNOBLE ET L'ANALYSE PÉTIOLAIRE SONT LES OUTILS INDISPENSABLES POUR PILOTER LA FUMURE D'UNE VIGNE EN PLACE.



## III. la pratique des apports



## III. la pratique des apports

### > III.1. interventions avant plantation

#### 1.1. de la réflexion avant tout

La mise en place d'une fertilisation ou d'un amendement ne doit pas être systématique avant la plantation d'une parcelle. Une étape importante et indispensable est la connaissance du terrain à planter. Cette connaissance passe par différentes étapes :

- Un examen préalable de la culture précédente est toujours riche d'enseignements : hétérogénéité de comportement de la culture, symptômes de carences, de chlorose, de contrainte hydrique, vigueur, mortalité...
- La présence de mouillères, d'affleurements rocheux...
- Une analyse physico-chimique du sol (ou plusieurs si la parcelle est hétérogène) est indispensable pour raisonner l'intérêt d'une fertilisation de fond ou d'un amendement. Des analyses du sous-sol peuvent être très intéressantes, notamment pour connaître la teneur en calcaire (cf. chapitre II) et déterminer ainsi le porte-greffe le mieux adapté.

Ces informations seront, si possible, complétées par la réalisation de fosses pédologiques.

La consultation des cartes des sols de la zone, si elles existent, est également intéressante (cf. chapitre II).

#### 1.2. l'interprétation des résultats d'analyses de sol

Les éventuels apports seront déterminés à partir des résultats d'analyse complète de sol.

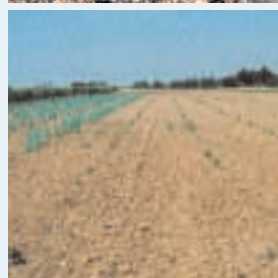
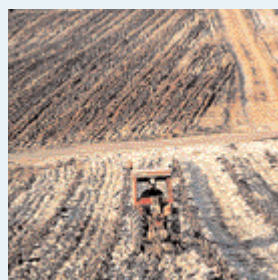
- Le **pH eau du sol** est un critère utile notamment pour envisager un chaulage en zones acides (pour des pH eau inférieurs à 6), rencontrés dans quelques secteurs bien définis en Vallée du Rhône. L'objectif est alors de ramener le pH eau à des valeurs proches de 6,5.
- Pour la **matière organique**, les taux satisfaisants vont de 0,8 à 1 %, en fonction de la teneur en argile du sol. En deçà de ce seuil, la stabilité structurale, la porosité, l'aération du sol, le stockage des éléments minéraux ou la stimulation de l'activité biologique peuvent être altérés. Dans ces cas, un apport est conseillé.

A l'opposé, le but n'est pas d'atteindre un taux important de matière organique en effectuant des apports irraisonnés et massifs, qui engendreraient des problèmes d'excès de vigueur, de déséquilibre et des risques de pollution de l'environnement.

- Le **phosphore** n'est pas à apporter en priorité. Les carences en phosphore n'ont jamais été observées en conditions naturelles en Vallée du Rhône. De plus, des apports massifs peuvent être polluants et avoir un effet néfaste sur la qualité des eaux de surface (eutrophisation). Un niveau suffisant dans le sol varie de 30 à 55 ppm (méthode Olsen) et de 80 à 120 ppm (méthode Joret-Hébert).

- Le **potassium** et le **magnésium** doivent être gérés impérativement ensemble de manière à maintenir un équilibre entre ces deux éléments. En effet, les sols contenant du potassium en excès (cas assez fréquent lié à des fertilisations excessives et répétées) peuvent bloquer l'assimilation du magnésium (phénomène d'antagonisme entre ces deux éléments).

Il convient de n'apporter ces éléments que lorsqu'ils sont nécessaires.



LES ÉVENTUELS APPORTS À FAIRE AVANT PLANTATION SERONT DÉTERMINÉS À PARTIR DES RÉSULTATS D'UNE ANALYSE DE SOL.

### CALCUL DU POURCENTAGE DE POTASSIUM ET DE MAGNÉSIUM DANS LE COMPLEXE D'ÉCHANGE, À PARTIR DES ANALYSES DE SOL

$$\text{- Pour le potassium : } \%K = \frac{K \text{ (en milliéquivalents/kg)} \times 100}{\text{C.E.C (en milliéquivalents/kg)}}$$

Si les valeurs de potassium sont exprimées en mg/kg de  $K_2O$ , il faut les transformer en mé/kg de K (cf. tableaux en annexe)

$$\text{- Pour le magnésium : } \%Mg = \frac{Mg \text{ (en milliéquivalents/kg)} \times 100}{\text{C.E.C (en milliéquivalents/kg)}}$$

Si les valeurs de magnésium sont exprimées en mg/kg de  $MgO$ , il faut les transformer en mé/kg de Mg (cf. tableaux en annexe)



POUR LES APPORTS ORGANIQUES, PRÉFÉRER LES PRODUITS D'ORIGINE VÉGÉTALE.

La teneur du sol en potassium et en magnésium n'est pas le critère le plus pertinent. On se basera plutôt sur le pourcentage de potassium et de magnésium par rapport à la C.E.C. (cf. encadré). Les objectifs à atteindre sont de 3 à 4 % de la C.E.C pour le potassium et de 6 à 8 % de la C.E.C. pour le magnésium.

#### 1.3. modalités d'apport

Lorsque l'apport est nécessaire, il convient de choisir avec soin les quantités, les produits à utiliser, ainsi que les dates et les modalités d'apport.

Les quantités et les choix de produits sont fixés en fonction des préconisations faites à la suite de l'interprétation des analyses de sol par un conseiller de terrain, de préférence indépendant de la distribution et ayant une bonne connaissance du vignoble concerné.

- **L'ajustement du pH** (uniquement en sol acide) se fera en apportant un amendement carbonaté. Cet apport varie en fonction du pH eau du sol, de 2 000 à 4 000 unités de  $CaO$  à l'hectare. La quantité à apporter peut être précisée par un laboratoire (détermination du « besoin en chaux »). On pourra utiliser du carbonate en sol sableux, de la chaux ou du carbonate en sol argileux, de la dolomie en sol pauvre en magnésium.

- Pour la **matière organique**, l'objectif étant d'augmenter le taux d'humus dans le sol, il est primordial d'opter pour des produits d'origine végétale, bien compostés.

Ils doivent présenter une stabilité biologique élevée (cf. encadré) et une faible teneur en éléments minéraux (en azote en particulier).

Le rapport C/N (carbone/azote) permet d'apprécier le degré d'évolution du produit proposé. On distingue trois classes :

- > C/N inférieur à 10 (décomposition rapide) : libération importante et rapide d'azote, faible production d'humus.
- > C/N entre 10 et 20 (décomposition moyenne) : production rapide d'humus stable sans libération massive d'azote.
- > C/N supérieur à 20 (décomposition lente à très lente) : azote libéré très progressivement.

Pour les apports en fumure de fond, on choisira des produits avec un rapport C/N supérieur à 15.

Les quantités à apporter ne dépassent généralement pas les 10 tonnes de matière sèche par hectare. Ces apports importants incitent à choisir des produits bon marché.

Les apports devront être réalisés au moins 3 mois avant plantation, avec un enfouissement superficiel de 0 à 20 cm. En le mettant plus en profondeur (défoncement), l'évolution souhaitée de la matière organique sera ralentie.

En cas de désinfection du sol nécessaire, il est recommandé de la pratiquer avant tout apport de matière organique.

## NOUVEAUX CRITÈRES DE CHOIX DES AMENDEMENTS ORGANIQUES

par Jean-Pierre SOYER (INRA Bordeaux)

- Classiquement, les différents produits utilisables étaient principalement caractérisés par leur teneur en matière sèche, leur teneur en matière organique et le rapport C/N.

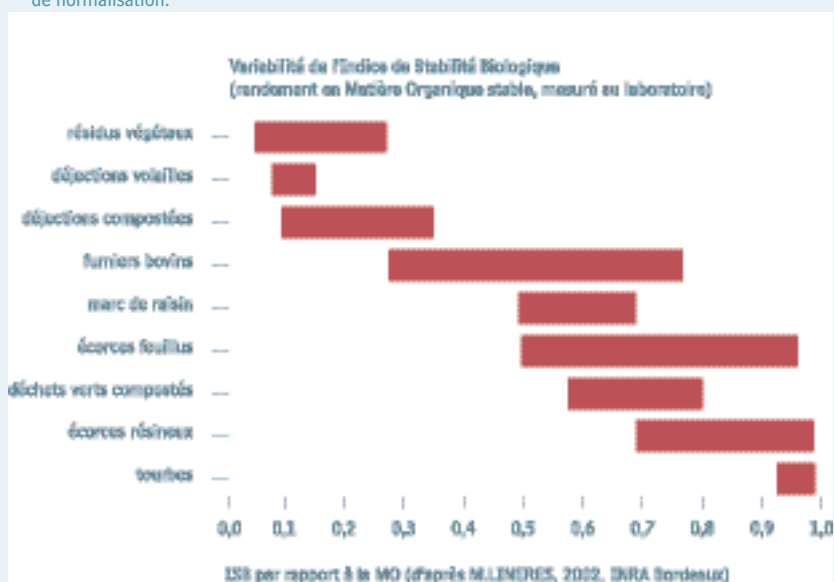
De nouvelles techniques pour améliorer le choix sont aujourd'hui à disposition du vigneron.

Jusqu'à présent, le coefficient isohumique (coefficient k1) obtenu à la suite d'expérimentations de longue à très longue durée au champ avec des apports de diverses matières organiques traditionnelles, pouvait être utilisé. Il exprime, par rapport à la matière sèche de l'amendement, le pourcentage de matière organique susceptible de se transformer en humus. Actuellement, des indices équivalents sont plus facilement déterminés en laboratoire (« Indice de Stabilité Biologique » = I.S.B. et « Caractérisation Biochimique de la Matière organique » = C.B.M.). Ils permettent de comparer valablement les diverses matières organiques, compostées ou non, présentes sur le marché des engrais et amendement. Ils sont en cours de normalisation.

L'I.S.B représente la proportion de matière organique de l'amendement de départ la plus résistante aux dégradations microbiennes et donc susceptible de se stabiliser dans le sol. Sa valeur est exprimée par rapport à la teneur en matière organique de l'amendement et varie de 0 à 100 %. Plus l'indice de stabilité biologique est élevé, plus l'amendement sera stable dans le sol (DELAS, 2000).

Il est présenté, sur la figure ci-jointe, un classement de divers produits commercialisés en fonction de leur I.S.B. (données 2002, fournies par Monique LINERES, INRA, Bordeaux).

On constate que les résidus végétaux non compostés et les déjections de volaille ont un faible intérêt en tant qu'amendement. On retrouve une valeur moyenne pour les fumiers (avec une grande variabilité liée à leur degré d'évolution). Les écorces de résineux et la tourbe ont un rendement maximal en matière organique stable. Le tableau ci-dessous permet une estimation des quantités d'humus fournies par différentes matières organiques utilisées en viticulture.



## QUANTITÉS D'HUMUS APPORTÉES PAR DIVERSES MATIÈRES ORGANIQUES (EXEMPLES DE CALCUL POUR QUELQUES PRODUITS COMMERCIALISÉS).

	% de matière sèche dans la matière fraîche	% de matière organique dans la matière sèche	Matière organique (kg/t de produit brut)	I.S.B. (en % de la m.o.)	Humus (kg/t)	C/N
Tourbe	85	85	723	85-100	670	25-40
Ecorce compostée	60	90	540	70-95	450	40-70
Vegethumus	80	76	608	70	430	10-15
Marc de raisin	50	80	400	50-70	240	15-22
Ecorcimus	45	84	378	60	230	20-25
Déchets verts compostés	50	42	210	55-80	140	10-15
Paille	85	94	799	8-20	110	80-100
Fumier bien décomposé	20	74	148	45-60	80	12-17
Sarments	50	97	485	35	170	90-95

En cas de fertilisation minérale souhaitable, il faut tenir compte des apports de fertilisants de l'amendement.

■ Le **phosphore**, lorsqu'il est nécessaire, sera apporté à une dose ne dépassant jamais 150 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à l'hectare. On choisira de préférence des produits de type « superphosphate ».

■ Les apports de **potassium**, s'ils sont nécessaires, se feront avec un produit à base de chlorure ou de sulfate de potassium. Eviter la forme chlorure en cas de présence de sodium (Na) dans le sol (cas rare et assez localisé de « salant »).

De manière générale, on veillera à ne pas dépasser 400 unités de K<sub>2</sub>O par hectare. Un apport avec un produit du type Patentkali, Oxyfertil ou Potamag sera possible uniquement dans les cas où l'analyse de sol révèle un déficit conjoint de potassium et de magnésium.

■ Pour le **magnésium**, si l'apport est nécessaire, on choisira des apports de sulfate de magnésium (Kieserite), d'oxyde de magnésium ou de dolomie si apport carbonaté, en veillant à ne pas dépasser 300 unités de MgO par hectare.

Les apports de phosphore, potassium, magnésium et calcium seront enfouis par un labour profond.

■ Un apport en **oligoéléments** lors de la fumure de fond est rarissime. Il sera géré plutôt sur vigne en place sur la base d'observations au vignoble.

## III.2. interventions sur vigne en place

### 2.1. objectifs et outils

La fertilisation sur vigne en place vise à compenser les pertes en éléments minéraux dans le sol (insolubilisation, lessivage...) ainsi que les exportations annuelles de la culture (récolte).

Les apports éventuels doivent être raisonnés en fonction du type de sol, des caractéristiques de la vigne (matériel végétal, conduite...) et des objectifs qualitatifs et économiques.

La fertilisation des vignes en place se pilote en tenant compte des aspects précédemment cités et en s'appuyant sur différents outils :

■ **Analyse pétiolaire** pour piloter essentiellement les apports de phosphore, potassium et magnésium (cf. chapitre II); pour le phosphore, cette information sera complétée par une observation du comportement du vignoble.

■ **Observations au vignoble** : équilibre entre la vigueur et la charge, repérage de symptômes éventuels de carence ou de toxicité, problèmes phytosanitaires...

■ **Analyse de sol** faite avant la plantation ou à défaut analyse de sol sur vigne installée en cas de problème constaté.

Globalement, on préfère des apports au sol, avec une efficacité à plus long terme. Les apports foliaires sont réservés aux problèmes ponctuels de carences. En effet, les pulvérisations foliaires ont généralement un effet à court terme sur le végétal, permettant d'agir plus rapidement, mais uniquement en saison.

## 2.2 La pratique des apports d'entretien

### ■ Les amendements

#### Les amendements basiques

Ils permettent d'augmenter le pH du sol, nécessaire dans quelques zones acides bien localisées dans notre région. Ces corrections se font préférentiellement à la plantation (cf. chapitre III). Cependant, des compléments à des doses limitées peuvent être envisagés sur vigne en place. Dans ce cas, un suivi périodique du pH eau du sol tous les 4 à 5 ans est conseillé.

#### ÉVALUATION DU STOCK D'HUMUS ET DE LA QUANTITÉ ANNUELLE PERDUE PAR MINÉRALISATION

par Jean-Pierre SOYER (INRA Bordeaux)

Le tableau donne des exemples de pertes annuelles de matière organique par minéralisation. Dans nos conditions pédoclimatiques, elles varient, en moyenne, entre 340 et 1640 kg/ha/an. Les sols sur marnes, les colluvions et les sols sur sables présentent une forte fourniture en azote minéral.

Le broyage des sarments après la taille (3 t/ha) permet à lui seul de restituer 500 kg d'humus par hectare. C'est donc une pratique à ne pas négliger.

Les apports de matières organiques complémentaires pourront être raisonnés sur une ou plusieurs années (par exemple, broyage annuel des sarments et apports de 3 t/ha d'écorces compostées tous les 3 ans).

Il est indispensable de tenir compte des éléments minéraux contenus dans la matière organique utilisée (demander la composition en N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO et CaO au fournisseur, lorsqu'elle n'est pas indiquée sur les sacs ou sur les documents de livraison). Les apports de fumure minérale seront réduits d'autant.

#### ESTIMATION DES PERTES ANNUELLES D'HUMUS PAR MINÉRALISATION (EXEMPLES DE CALCUL PAR GRANDS TYPES DE SOL)

	unités	sur roche calcaire dure	terrasses du Villafranchien	épanchages caillouteux	sables	marnes	colluvions
<b>Profondeur de sol exploitée</b>	m	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
<b>Volume de sol</b>	m <sup>3</sup> /ha	4000	6000	6000	6000	6000	6000
<b>Masse volumique (densité apparente*)</b>	t/m <sup>3</sup>	1,4	1,45	1,25	1,45	1,3	1,4
<b>Sol (terre fine + cailloux)</b>	t/ha	5600	8700	7500	8700	7800	8400
<b>Graviers et cailloux (&gt;2mm)</b>	%	50	70	60	0	10	0
<b>Terre fine (&lt;2mm)</b>	t/ha	2800	2610	3000	8700	7020	8400
<b>Matière organique</b>	g/kg	20	13	10	8	13	15
<b>Stock d'humus</b>	t/ha	56	34	30	70	91	126
<b>Taux annuel de minéralisation = k<sub>2</sub>*</b>	%	0,7	1,0	1,4	2,0	1,2	1,3
<b>Pertes annuelles d'humus</b>	kg/ha/an	392	339	420	1392	1095	1638
<b>Azote libéré**</b>	kg/ha/an	20	17	21	70	55	82

(\*) Les densités apparentes et les taux annuels de minéralisation sont des ordres de grandeur estimés

(\*\*) la quantité d'azote libéré est proportionnelle à la quantité de matière organique minéralisée (en moyenne, l'humus contient 5% d'azote)

### Les amendements organiques

Ils visent à entretenir la teneur en matière organique du sol pour éviter son appauvrissement (cf. encadré).

Les apports organiques s'effectuent de préférence avant plantation. Quand les apports sont nécessaires sur vigne en place, on utilisera des produits à faible teneur en azote (C/N supérieur à 12).

### ■ La fumure minérale

Les besoins annuels de la vigne sont relativement faibles (cf. chapitre I). La fumure minérale d'entretien sera donc plutôt limitée et réfléchie au cas par cas. Voici quelques éléments d'aide à la décision :

#### L'azote

Les analyses de sol et des pétioles ne sont pas de bons indicateurs de l'état azoté de la vigne.

Le raisonnement d'un apport azoté est réalisé en fonction de l'observation au vignoble (viguer et rendement) et en s'adaptant aux objectifs de production.

- > Dans le cas de **vigne équilibrée**, un apport d'azote est inutile.
- > L'apport d'azote est proscrit pour une vigne à **viguer élevée**. Si les conditions pédoclimatiques le permettent, il est conseillé de mettre en place un enherbement permanent, afin de modérer la vigueur de la vigne.
- > Pour corriger un **manque de viguer**, on peut apporter entre 15 et 30 unités d'azote par hectare.

Ces éventuels apports doivent se faire au printemps à partir du débourrement. On utilisera comme engrais une forme azotée rapidement assimilable ; la vigne réagit vite aux apports azotés.

Il n'est pas souhaitable d'apporter l'azote en hiver, lorsque la vigne est inactive pour absorber les minéraux. De plus, avec les pluies d'hiver, le risque de lessivage de l'azote est important augmentant ainsi le risque de pollution des nappes.

Dans les sols filtrants, pour limiter ce risque de pollution des nappes et pour augmenter l'efficacité des apports, on fractionne les apports d'engrais azotés ou on utilise des engrais organiques (à libération lente).

#### Le phosphore

Le niveau de phosphore présent dans la plupart des sols est, en général, largement suffisant pour les besoins de la vigne. Les carences phosphoriques sur vigne sont très rares et se limitent principalement à certains sables littoraux. Les apports sont donc la plupart du temps inutiles. De plus, des fertilisations en phosphore régulières et importantes peuvent être sources de pollution.

- > dans la plupart des cas, il est inutile d'apporter du phosphore,
- > dans le cas de teneurs pétiolaires très faibles (se référer aux normes pétiolaires utilisées par vos conseillers viticoles) et lorsque la vigne manifeste un dysfonctionnement dont la cause n'a pu être identifiée : un apport au sol peut être réalisé dans la limite de 15 à 20 unités de phosphore (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) par hectare.

#### Le potassium et le magnésium

Etant donné le fort antagonisme qui existe entre ces deux éléments, les apports doivent être raisonnés ensemble. Une carence en magnésium est bien souvent induite par une sur-fertilisation potassique.

Les éventuelles fumures potassique et magnésienne se basent sur le diagnostic pétiole et les observations au vignoble.

Des normes régionales pour les cépages locaux de la Vallée du Rhône ont été établies. Leur interprétation est affinée en fonction des conditions climatiques de chaque millésime. Il est souhaitable de contacter son conseiller pour interpréter ces analyses.



LA MATIÈRE ORGANIQUE DOIT ÊTRE BIEN COMPOSTÉE.



L'interprétation tient compte des valeurs individuelles des teneurs foliaires en potassium et en magnésium et également du rapport K/Mg.

En l'absence d'analyse pétiolaire et de symptômes de carences, la fumure d'entretien ne doit pas dépasser les exportations et se situe :

- > de 0 à 60 unités par hectare maximum de  $K_2O$ .
- > de 0 à 25 unités par hectare maximum de  $MgO$ .

Néanmoins, il convient de réaliser régulièrement une analyse pétiolaire de contrôle sur des parcelles de référence (tous les trois ans environ).

Il est souhaitable de faire ces apports d'entretien au printemps, de façon à éviter le travail de sol en automne et à préserver l'herbe en hiver. Ils peuvent être réalisés en plein, en sous-solage ou sur le rang en localisation.

En cas de carences avérées, l'apport au sol en automne est préférable car ces éléments étant peu mobiles, leur migration dans le sol bénéficie des pluies d'hiver. Il est conseillé de le pratiquer de la façon suivante :

- > soit par sous-solage (double coutre),
- > soit sur le rang en localisation.

L'effet de ces apports au sol n'étant pas toujours rapide, il peut être intéressant de réaliser à partir de la fin floraison 2 à 3 pulvérisations foliaires complémentaires (cf. chapitre V).

#### Les oligoéléments

Globalement, on ne s'intéresse aux oligoéléments que si l'observation du vignoble montre des carences ou toxicités visibles ou encore si les teneurs pétiolaires sont insuffisantes.

##### *Chlorose ferrique (carence en fer)*

La chlorose ferrique est la seule carence qui puisse être chronique, du fait d'une mauvaise adaptation du porte-greffe et/ou du cépage au sol. Seuls les apports de chélates de fer au sol ont une certaine efficacité. La quantité et la fréquence des apports sont à moduler en fonction de l'intensité de la carence.

Des pulvérisations foliaires peuvent être réalisées dans le cas de chloroses violentes, pour venir renforcer l'effet lié à l'apport au sol. Pour les chloroses conjoncturelles, associées à des conditions climatiques peu favorables à l'absorption du fer (ex. : syrah lors de printemps humides et froids notamment), les traitements foliaires (trois en général) suffisent parfois pour faire reverdir la vigne. Ces pulvérisations sont d'autant plus efficaces qu'elles sont réalisées tôt, au tout début des symptômes.

##### *Autres carences*

Quelques carences en **manganèse** peuvent être observées, essentiellement sur grenache. Il est facile de les éliminer en intégrant des spécialités phytosanitaires contenant du mancozèbe dans les programmes de protection ou en pulvérisant des solutions à base de sulfate de manganèse.

Les carences en **bore** sont rarissimes en Vallée du Rhône et les coulures qui touchent souvent le grenache leur sont attribuées à tort ! Ces coulures sont dues à des viroses (court-noué), aux maladies du bois (par ex. eutypiose) ou aux conditions météorologiques pendant la floraison.

Les pulvérisations systématiques et préventives de « cocktails » plus ou moins complexes, associant différents oligoéléments, sont parfaitement superflues.

#### Toxicités

Contrairement à ces phénomènes de carence, les excès de cuivre, de manganèse ou d'aluminium en sols acides, ou les excès de bore peuvent générer des toxicités pour la vigne.

Les toxicités en cuivre se rencontrent le plus fréquemment lors de replantations sur des sols acides dans le cas de « vieilles » parcelles de vigne ayant reçu des quantités cumulées importantes de cuivre (bouillie bordelaise). Dans un tel cas, il convient de remonter le pH du sol (chaulage) et sa teneur en matière organique.

Les toxicités en manganèse et en aluminium se produisent le plus souvent après plantation sur des sols de défriche très acides et insuffisamment chaulés avant plantation.

La toxicité en bore est actuellement très rare et due le plus souvent à des excès d'apports suite à des tentatives de correction de carence (sur une dizaine d'années, le total des apports de correction ne doit pas dépasser 5 kg de B/ha !). Il n'existe pas d'autre moyen de correction que d'attendre que le sol soit dépollué naturellement par lessivage du bore hors de portée des racines.



LES APPORTS D'ENTRETIEN SE FONT DE PRÉFÉRENCE AU PRINTEMPS.





DESSÈCHEMENT DE LA RAFLE.

#### LE DESSÈCHEMENT DE LA RAFLE : LE CAS DU RAISIN DE TABLE

Le dessèchement de la rafle est un accident physiologique de la vigne. Il est la manifestation d'un déséquilibre entre les cations potassium, magnésium et calcium, surtout au détriment du magnésium. Mais, plus largement, il s'agit d'un stress complexe (hydrique, minéral et hormonal) ayant pour résultat un flétrissement prématuré de certaines baies.

Bien que pouvant apparaître potentiellement sur toutes les vignes, c'est plus particulièrement sur raisin de table qu'il peut avoir une incidence économique conséquente.

##### ■ Facteurs de sensibilité ou d'aggravation

###### > Le matériel végétal :

- certains cépages sont sensibles (muscat de Hambourg, chasselas...).
- les porte-greffes sensibles à la carence magnésienne favorisent également le dessèchement de la rafle (44-53, Fercal...)

###### > L'excès de vigueur :

- Les porte-greffes qui confèrent une forte vigueur (SO4, 140 Ru...).
- les fumures excessives en azote...

###### > Le manque de magnésium dans les sols (sol sableux...) ou l'excès de potassium (fumures excessives)

###### > Les variations de l'alimentation hydrique :

- les irrigations par à-coup au cours de la véraison, tout comme des orages après une période sèche,
- une forte pluviométrie entre la nouaison et la véraison, surtout après une période de sécheresse.

##### ■ Les symptômes

Avant toute lutte, il est important de bien identifier les symptômes. En effet, le dessèchement de la rafle peut parfois être confondu avec la pourriture pédonculaire (due à *Botrytis cinerea*) ou encore avec le « fla ». Le « fla » est souvent

lié à des conditions climatiques particulières (fortes chaleurs) et, contrairement au dessèchement, il est la conséquence d'une carence en potassium et d'un excès de magnésium au niveau des rafles. La distinction entre ces deux accidents est donc primordiale avant d'engager toute lutte, car les solutions sont diamétralement opposées.

Le dessèchement de la rafle se manifeste juste après la mi-véraison par de petites nécroses foncées qui s'allongent et s'étendent jusqu'à entourer les ramifications de la rafle (nécroses annulaires). Ces symptômes s'accompagnent du flétrissement des baies. Lorsque l'attaque est plus forte, des portions plus ou moins larges de rafle se dessèchent.

##### ■ Les moyens d'intervention

Préventivement, toutes les pratiques culturales visant à réduire la vigueur sont à mettre en place : choix approprié du porte-greffe, du mode de conduite et de la taille, arrêt ou diminution de la fumure (azote), enherbement...

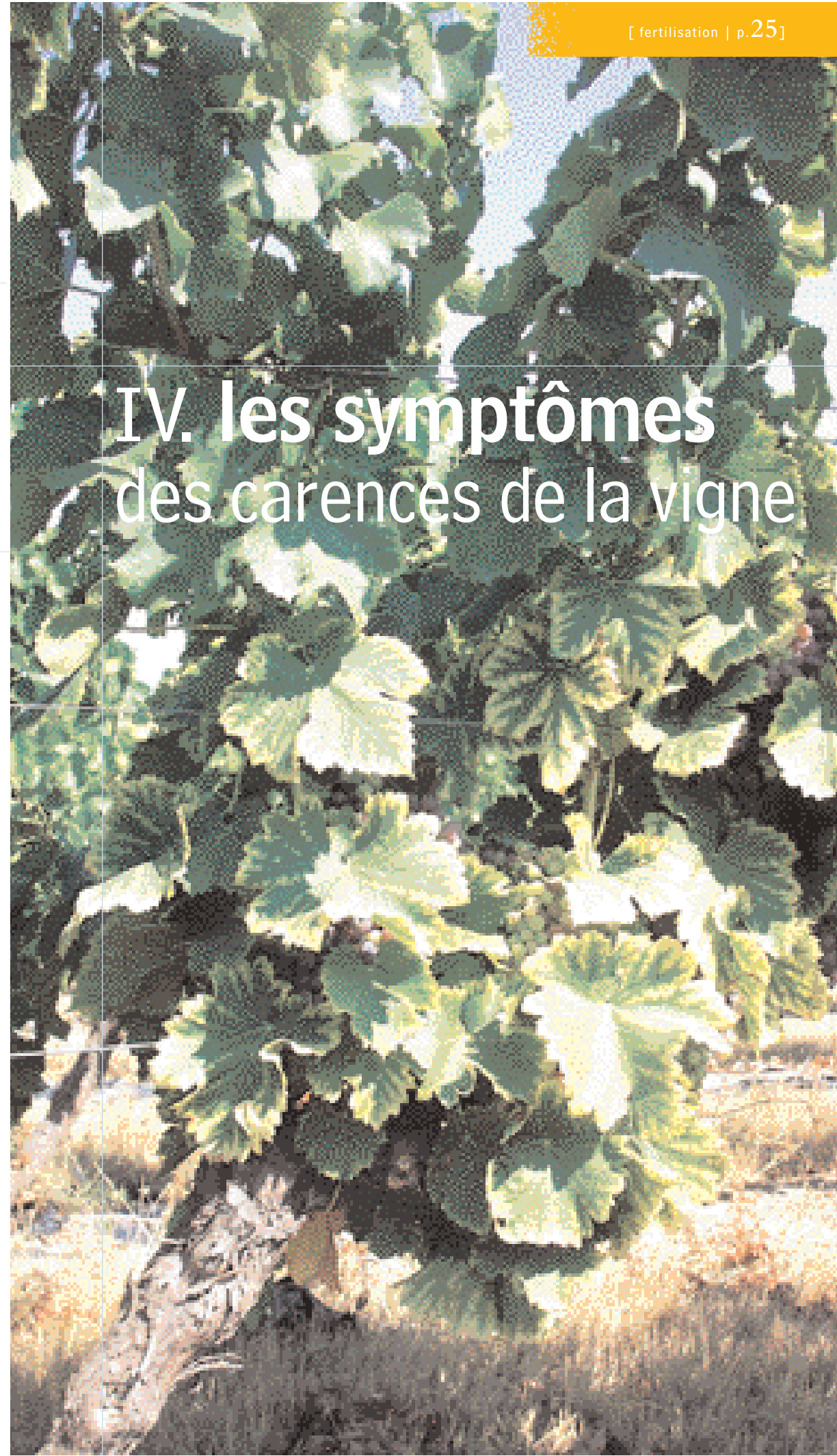
L'alimentation hydrique et minérale doit être modérée et régulière.

Dans les parcelles sensibles, même en l'absence de symptômes visibles sur feuilles, on cherche à retrouver un équilibre entre le potassium et le magnésium en arrêtant notamment les apports potassiques et/ou en favorisant les apports magnésiens au sol.

Les pulvérisations foliaires complémentaires permettent d'apporter une solution à plus court terme et donc d'intervenir sur la récolte de l'année (pulvérisation de sels magnésiens sur les grappes à partir de la véraison).

Il convient de respecter les doses indiquées contre le dessèchement de la rafle qui sont souvent supérieures à celles indiquées pour la carence magnésienne.

## IV. les symptômes des carences de la vigne



## IV. les symptômes des carences de la vigne



### Carence en azote (N)

Peu fréquente

**Apparition** : début d'été

**Symptômes sur feuille, rameau et grappe :**

- sur feuilles :
  - > décoloration du limbe entier (vert pâle, jaunissement)
- sur rameaux :
  - > entre-nœuds raccourcis
- sur grappes :
  - > rafle jaunâtre
  - > grappe petite et peu compacte

**Facteurs favorisants :**

- faible disponibilité en azote dans le sol pendant la période végétative (lessivage, très faible teneur en matière organique, faible taux de minéralisation...)
- enherbement permanent

Une légère carence en azote est bénéfique à la qualité du raisin (nécessaire pour le grenache).



### Carence en potassium (K)

Peu fréquente

**Apparition** : à partir de la véraison

**Symptômes sur feuille, rameau et grappe :**

- début des symptômes sur jeunes feuilles :
  - > aspect huileux et brillant, bordures se recroquevillant vers le bas
  - > décoloration du pourtour du limbe (jaune ou rouge); dans les cas extrêmes, progression inter-nervaire
- symptômes progressant du haut du rameau vers le bas
- sur feuilles :
  - > « brunissure » en plaques de la face supérieure et chute des feuilles
- sur grappes :
  - > « fla » : flétrissement des grappes pouvant aller jusqu'au dessèchement ; les grains restent verts ou roses.

**Facteurs favorisants :**

- charge excessive
- sols à faible CEC (inférieure à 80 mé/kg) ou à fort pouvoir fixateur de K,
- été très sec (ex : 1998, 2003),
- alimentation en azote excessive.



FLA

### Carence en magnésium (Mg)

Fréquente

**Apparition** : début d'été

**Symptômes sur feuille et rameau :**

- début des symptômes sur feuilles âgées :
    - > décoloration du pourtour du limbe puis entre les nervures (jaune ou rougeâtre)
  - symptômes progressant du bas du rameau vers le haut
- Facteurs favorisants :**
- sols à faible teneur en magnésium disponible ou excès de potassium (rapport K/Mg trop élevé),
  - sols acides (pH eau inférieur à 6) et/ou sableux,
    - > cépages sensibles (grenache, muscat de Hambourg, mourvèdre)
    - > porte-greffes sensibles (44-53, Fercal).

### Carence en phosphore (P)

Jamais observée en Vallée du Rhône

**Symptômes sur feuille :**

- sur feuilles âgées :
  - > rougissement des nervures et pétioles
  - > coloration du limbe (violacé sur cépage rouge, jaune sur cépage blanc)

**Facteurs favorisants :**

- sols sableux, acides (pH eau du sol inférieur à 5) ou alcalins (pH eau supérieur à 9)
- printemps pluvieux et froid

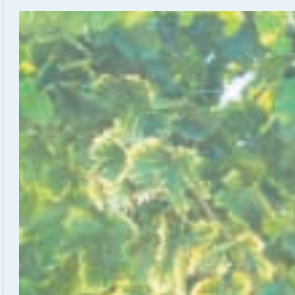
### Carence en fer (Fe) « chlorose ferrique »

Peu fréquente

**Apparition** : début du printemps

**Symptômes sur feuille et rameau :**

- début des symptômes à l'extrémité des rameaux avec progression vers la base :
    - > décoloration du limbe (jaune ou blanche) – nervures restant vertes
  - rabougrissement de la végétation
  - nécroses
- Facteurs favorisants :**
- sols riches en calcaire actif,
  - porte-greffes ou association cépage/porte-greffe mal adaptés,
  - pluies abondantes au printemps sur sol calcaire.





### Carence en bore (B)

Très rare

**Apparition** : après la floraison

**Symptômes sur feuille et rameau** :

- sur jeunes feuilles:
    - > apparition de petites taches jaunâtres sur le limbe
    - > taches se rejoignant et formant des dentelures (rougeâtre ou jaune)
    - > nécrose des zones colorées
    - > bords des feuilles boursoufflés
  - entre-nœuds raccourcis
- Facteurs favorisants** :
- sols à faible réserve en bore,
  - année sèche et chaude.



### Carence en manganèse (Mn)

Rare

**Apparition** : autour de la véraison

**Symptômes sur feuille et rameau** :

- sur feuilles âgées :
  - > décoloration entre les nervures : effet de marbrure
- symptômes progressant rapidement sur le cep entier

**Facteurs favorisants** :

- sols pauvres en manganèse échangeable,
- chaulage excessif,
- antagonisme fer – manganèse,
- période froide et humide pendant la croissance de la vigne.

V. amendements  
et engrais



## V. amendements et engrais

> A cette dénomination correspondent deux grandes familles de produits, différenciées en fonction de leur rôle : sur la plante (engrais) ou sur le sol (amendements).

### Les amendements

Ces produits ont pour objectif prioritaire de rectifier un déséquilibre du sol :

- > un pH trop faible du sol : amendements basiques (NFU 44-001)
- > un faible niveau de matière organique du sol : amendements organiques (NFU 44-051)

Ces corrections nécessitent, en général, l'emploi de grandes quantités de produits.

**Les engrais** (ENGRAIS NFU 42-001, NFU 42-002, NFU 42-071 et NFU 44-203)

Leur fonction est d'apporter à la plante les éléments minéraux dont elle a besoin. Les quantités apportées à l'hectare sont bien inférieures aux amendements, même dans le cas de fumures de fond.

### V.1. les amendements

#### 1.1. amendements basiques.

La norme pour les amendements basiques (NFU 44-001) oblige les fabricants à préciser l'origine du produit :

- produits issus de broyage (classes 1 et 2),
- produits de cuisson (classe 3, par ex. chaux),
- produits issus du mélange des deux précédents (classe 4)
- autres (classe 5, par ex. boues de décalcification des eaux de forage).

Tous les produits doivent mentionner les teneurs en oxyde de calcium (CaO), en oxyde de magnésium (MgO) et leur valeur neutralisante. Pour les produits de broyage (classes 1 et 2), la finesse de mouture et la solubilité carbonique doivent aussi être précisées.

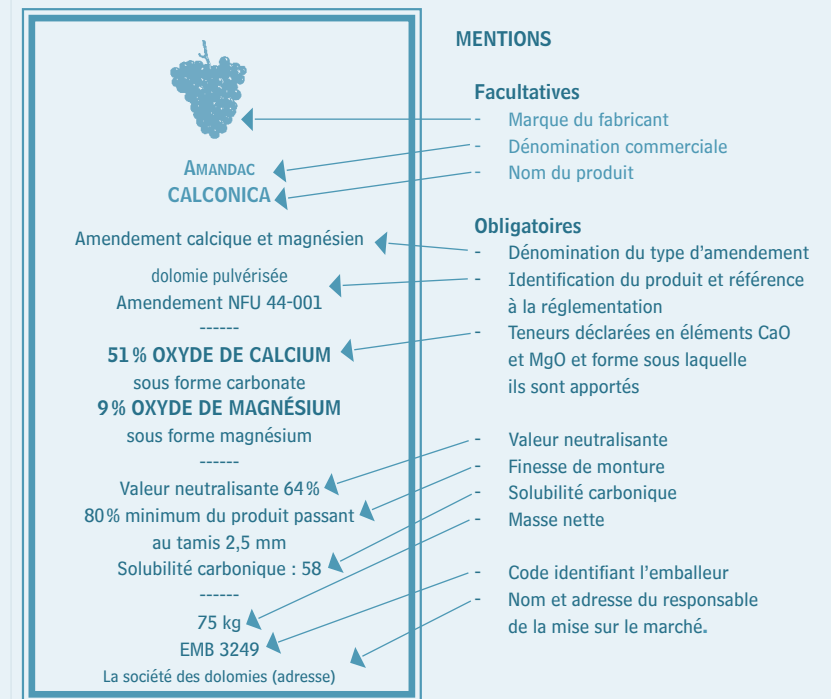
#### 1.2. amendements organiques

Selon la norme NFU 44-051 : « Les produits organiques actuellement destinés à l'amélioration des qualités physiques du sol sont essentiels

[TABLEAU V – 1] QUELQUES EXEMPLES D'AMENDEMENTS BASIQUES (SOURCE : HALMA ET VIDAL, 2003).

Nom commercial	Classe	Teneur %		Valeur neutralisante	80% du produit a une finesse supérieure à	Solubilité carbonique	Vitesse d'action (mois)
		CaO	MgO				
Feuille vert – Dolomie (Bmp)	1-2	33	18	58	300 µm	50 - 70	6 à 12
Récalcit (Meac)	1-2	54,5	0	55	10 µm	65	1 à 4
Maerl (Timac)	1-2	42,5	3	46	160 µm	78	1 à 4
Calcivrac (Meac)	1-2	50	0	50	1 600 µm	10	12 à 24
Carbonate 50/52 (Agrilor)	1-2	52	4,5	58	315 µm	50	1 à 4
Isoxyde Mg Granul (A.B.C.)	3	4	36	104	4 à 7 000 µm	100	1 à 3

### EXEMPLE D'ÉTIQUETTE D'AMENDEMENT CALCIQUE



lement à base de matières organiques d'origine végétale. Les matières organiques d'origine animale non mélangées à des matières organiques d'origine végétale et traitées industriellement doivent être considérées comme des engrais et ne font pas l'objet de cette norme ».

« Les producteurs et importateurs qui mettent ces produits sur le marché doivent, au moins tous les 6 mois et lors de toute modification dans l'origine ou la nature de leurs matières premières, faire procéder à l'analyse des teneurs en cadmium, mercure, plomb, chrome, cuivre, nickel, sélénium, zinc, arsenic et molybdène dans leurs produits et tenir les résultats à la disposition de l'administration ».

« De même, il doit être procédé régulièrement à des prélèvements et des examens en vue d'évaluer les risques pouvant résulter de la présence de germes pathogènes pour l'homme et les animaux et de substances phytotoxiques pour les cultures ».

Cette norme s'applique à tous les amendements organiques du type fumiers, composts végétaux, marcs de raisins, composts urbains, tourbes, gadoues.

Selon la réglementation, « ces produits doivent contenir moins de 3% de chacun des éléments majeurs : azote, phosphore (sous forme P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potassium (sous forme K<sub>2</sub>O) ». Les produits dont les teneurs sont supérieures à 3% pour l'un de ces éléments ne sont plus considérés comme amendements mais comme engrais organo-minéraux. Réglementairement, l'origine des composants, le taux de matière organique et l'azote total doivent être obligatoirement indiqués. Par contre, les teneurs précises en phosphore (sous forme P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potassium (sous forme K<sub>2</sub>O), magnésium (sous forme MgO) et calcium (sous forme CaO) sont optionnelles selon la norme, mais d'un point de vue pratique, elles sont indispensables pour pouvoir raisonner les apports.

Une grande quantité de produits présentant des caractéristiques et des prix très variables est proposée aux vignerons. L'intérêt de la matière organique résidant dans des apports au sol conséquents, on prendra en compte souvent des critères économiques en plus des critères techniques.



### AU SUJET DES COMPOSTS DE MARC DE RAISIN...

- Du fait du développement de la vendange mécanique et donc de la moindre présence de rafles, les composts de marcs de raisin seuls ont des rapports C/N faibles. De plus, les teneurs en potassium sont plus élevées que dans les autres amendements et peuvent conduire à des apports excessifs en cet élément au sol. Ces marcs sont de plus en plus compostés en association avec d'autres végétaux ou fumiers.

Certains produits artisanaux, comme les composts de marc de raisin et les fumiers de ferme (fumier pailleux de bovin, ovin ou équin), peuvent être intéressants mais une analyse est indispensable pour les utiliser dans de bonnes conditions.

## V.2. les engrais

L'étiquetage doit mentionner les teneurs de l'engrais en éléments minéraux.

### 2.1. engrais minéraux et organo-minéraux

Le potassium, le magnésium et les oligoéléments contenus dans les engrais sont toujours sous forme minérale.

Seuls l'azote et le phosphore peuvent se trouver sous deux formes :

- forme organique (par ex. l'azote de la corne broyée ; la plupart du phosphore d'un fumier ou d'un lisier)
- forme minérale (par exemple azote nitrique, phosphate bicalcique...).

[TABLEAU V – 2] QUELQUES EXEMPLES D'AMENDEMENTS ORGANIQUES DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ (SOURCE : HALMA ET VIDAL, 2003).

Produits	Caractéristiques	dans le produit livré		C/N	dans le produit livré en pour mille		
		% de matière sèche	% de matière organique		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2-3-2 (Argonor)	Fumiers compostés, granulés ou pulvérulents.	85	60	9,2	20	30	20
ORGAVEG (Sté. Angibaud)	Litières de couvoir de dinde, fumier de cheval. Tourteaux végétaux compostés (sacs et vrac).	90	65	18	24	20	18
BIOREX (Cie Produits Naturels)	Mélanges de fumiers déshydratés.	84	65	12	28	30	20
100 % (Phalippou-Frayssinet)	Fumier de bergerie + tourteaux végétaux (granulés, poudre sacs 40 ou 400 kg). Mention Nature et Progrès.	76	57	14	18	9	18
COMPOST UCVA (UCVA)	Produits organiques vinicoles concentrés de méthanisation, de rafles et de pulpes de raisins déshydratées.	50	25	10	13	7	10
ANGISOL LANGUEDOC (Sté Angibaud)	Marc de raisins + végétaux ligneux broyés compostés (vrac tamisé 20 mm).	55	40	15	10	3,5	10
COMPOST ECOSYS (Ecosys)	Amendement 100 % végétal, déchets verts, broyés, compostés.	60	30	15	8	3	5
SOLD'OR (Broc Environnement)	Fumier de bovins sur litières de déchets végétaux finement broyés et pulpe de raisins compostés.	50	40,8	22,5	9,1	6	10,5
MARC COMPOSTE (Roussillon Alimentaire)	Marc composté, épépiné.	40	32	11	15	3	24

Le terme « engrais chimique » souvent opposé à « engrais organique » a, à tort, une connotation péjorative. Un engrais chimique est en fait un engrais contenant uniquement des éléments sous forme minérale : le terme « engrais minéral » est alors plus juste.

Les engrais sont utilisés pour leur valeur fertilisante. Traditionnellement, ils sont proposés sous les formes suivantes :

- engrais simples : engrais azoté, engrais phosphaté, engrais potassique...
- engrais binaires : (deux éléments) N+K ; N+P ; P+K
- engrais ternaires : (trois éléments) N+P+K.

Aujourd'hui, on trouve de plus en plus d'engrais complétés avec du magnésium.

Depuis quelques années, les vignerons ont accès à des compositions d'engrais réalisées à leur demande, avec des teneurs en éléments adaptées aux besoins des parcelles. Cette solution est la plus cohérente dans le cadre d'une fertilisation raisonnée. L'utilisation systématique d'engrais ternaires ou complets risque non seulement d'être inutile ou négative mais en plus, d'être beaucoup plus chère (tableau V – 3). Si un seul élément est nécessaire, il n'y a aucun intérêt à en ajouter d'autres.

### Les engrais organo-minéraux

#### associent :

- > des éléments minéraux (phosphore, potassium ou magnésium)
- > de l'azote sous forme organique et minérale
- > de la matière organique d'origine animale (plume, sang desséché...) ou végétale (paille, vinasse...)

### 2.2. engrais foliaires et correcteurs de carence

Il est préférable d'apporter azote, potassium et magnésium au sol car la plante s'alimente principalement par les racines.

Néanmoins, dans des cas d'apparition de symptômes marqués de carence, le vigneron peut être amené à réaliser un apport par pulvérisation foliaire, en complément des apports au sol. Dans ces situations, il est indispensable de bien identifier l'élément carencé.

Les pulvérisations doivent être réalisées tôt le matin ou très tard le soir en mouillant fortement.

Les tableaux V-4 à V-8 présentent des exemples d'engrais foliaires et de correcteurs de carence.



LES VIGNERONS ONT ACCÈS À DES COMPOSITIONS D'ENGRAIS À LA DEMANDE.

[TABLEAU V – 3] EXEMPLE DE COÛT D'UNE UNITÉ DE POTASSIUM EN FONCTION DU TYPE D'ENGRAIS

Produit	Prix HT aux 100 kg	Prix HT de l'unité de potassium
Engrais ternaire (N, P, K) (10-5-20)	19,58 €	0,98 €
Engrais simple + Mg (K, Mg)	21,34 €	0,53 €
Engrais simple (K) (chlorure de potassium)	23,50 €	0,39 €

### EXEMPLE D'ENGRAIS ORGANO-MINÉRAL

Engrais N.F.U. 42-001  
Engrais organo-minéral N.P.K.  
**SUPER ENGRAIS 3-5-12+4**

#### 3 % d'azote dont

- 1 % organique de tourteaux végétaux compostés et matières animales
- 2 % ammoniacal

#### 5 % d'anhydride phosphorique (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

- 2 % soluble dans l'eau

#### 12 % d'oxyde de potassium (K<sub>2</sub>O)

#### 4 % d'oxyde de magnésium (MgO)

Teneur en matière organique : 30 %

Ces engrais organo-minéraux sont utilisés pour leur valeur fertilisante, mais aussi parce que dans l'esprit du vigneron, ils apportent de la matière organique.

Un rapide calcul permet de mieux estimer la part de matière organique apportée par ces produits. Un apport d'entretien de 300 kg/ha de l'engrais précédent, amène 90 kg/ha de matière organique.

Sachant que 1 % de matière organique (niveau d'un sol viticole moyen) correspond, au minimum, à 30 t/ha (cf. encart page 18), l'apport de matière organique avec cet engrais organo-minéral est dérisoire et sans effet sur la teneur en matière organique du sol.

A titre de comparaison, le broyage et l'enfouissement des sarments représentent 1500 kg/ha de matière organique (environ 500 kg/ha d'humus). Les pratiques de broyage et d'enfouissement sont donc plus intéressantes.

[TABLEAU V-4] EXEMPLES D'ENGRAIS FOLIAIRES EN CAS DE CARENCE POTASSIQUE  
(SOURCE : HALMA ET VIDAL 2003)

Mode d'utilisation	Matière active	Nom commercial	Sous forme	Concentration	Dose à l'hectare (en kg ou L)
-Pulvérisation	Potasse	Solupotasse (Agronutrition)	SP	50 % K <sub>2</sub> O	10
	Azote + potasse	Nitrate de potassium cristallisé	SP	46 % K <sub>2</sub> O 13 % N	10

[TABLEAU V-5] EXEMPLES D'ENGRAIS FOLIAIRES EN CAS DE CARENCE MAGNÉSIEUNE  
(SOURCE : HALMA ET VIDAL 2003)

Mode d'utilisation	Matière active	Nom commercial	Sous forme	Concentration en MgO	Dose à l'hectare (en kg ou L)
-Pulvérisation	Sulfate de magnésium	Sulfate de magnésium (Salins du Midi)	SP	16 %	40
	Chelate de magnésium	Chelal Mg (BMS MN France)	SL	45 g/L	1
	Chlorure de magnésium	Mag 20 (Goëmar)	SL	169 g/L	6
	Nitrate de magnésium	Fixa Mg (Agronutrition)	SL	120 g/L	6
	Divers sels magnésiens	Hydromag 500 (Phosyn)	SC	500 g/L	2

[TABLEAU V-6] EXEMPLES D'ENGRAIS FOLIAIRES ET DE CORRECTEURS DE CARENCE EN CAS DE CHLOROSE FERRIQUE (SOURCE : HALMA ET VIDAL 2003)

Mode d'utilisation	Matière active	Nom commercial	Sous forme	Concentration en Fe	Dose à l'hectare (en kg ou L)
-Pulvérisation	Chelate de fer	Ferleaf 100 (Phosyn)	SL	100 g/L	1
		Ferfol PS (SCPA)	SP	13 %	1
		Hortimax (Du Roure)	SL	28 g/L	6
	Chlorure ferreux	Clorover (Goëmar)	SL	40,5 g/L	2,5
-Apport au sol	Chelate de fer	Sequestrene Fe 20 G (Syngenta)	G	1,2 %	150
		Ferrichel 60 (Phosyn)	SG	6 %	30
		Gammafer (Compo)	G	14 %	400
		Chelatoli granulé (Du Roure)	G	1,2 %	175

[TABLEAU V-7] EXEMPLES D'ENGRAIS FOLIAIRES EN CAS DE CARENCE EN MANGANÈSE  
(SOURCE : HALMA ET VIDAL 2003)

Mode d'utilisation	Matière active	Nom commercial	Sous forme	Concentration en Mn	Dose à l'hectare (en kg ou L)
-Pulvérisation	manganèse	Sulfate de manganèse	SP	16%	5
		Mantrac 500 (Phosyn)	SC	500 g/L	1

[TABLEAU V-8] EXEMPLES D'ENGRAIS FOLIAIRES EN CAS DE CARENCE EN BORE  
(SOURCE : HALMA ET VIDAL 2003)

Mode d'utilisation	Matière active	Nom commercial	Sous forme	Concentration en B	Dose à l'hectare (en kg ou L)
-Pulvérisation	bore	Boronia LS (Agronutrition)	SL	135 g/L	3
		Foralg B 120 (Samabiol)	SL	120 g/L	3

## VI. le lien œnologique : exemple de l'azote assimilable



## VI. le lien œnologique : exemple de l'azote assimilable

➤ L'azote assimilable du moût correspond au dosage de l'azote ammoniacal et de l'azote aminé, moût obtenu à partir d'un échantillon traditionnel type «200 baies».

Au niveau fermentaire, l'azote est nécessaire pour les synthèses protéiques, liées à l'activité du transport des sucres. Sa concentration dans les moûts influence aussi la multiplication des levures ainsi que la vitesse de fermentation. Son rôle est donc primordial au départ de la vinification.

Les concentrations mesurées dans le cadre de l'étude de maturité générale au sein de l'Institut Rhodanien, permettent de mettre en évidence une variabilité due à la fois au cépage et au millésime. Les graphiques ci-dessous présentent quelques résultats issus de cette étude.

La figure VI-1 illustre la variabilité au niveau des cépages. De manière générale, la teneur dans les moûts baisse avec la maturation. Toutes les courbes ont la même allure. Le sursaut que l'on observe parfois (prélèvements N°5 et N°6) est dû à une synthèse d'acides aminés en quantité importante au sein de la baie, ce qui compense la diminution de la partie ammoniacale (Masneuf et al., 1999).

Le cinsault est le cépage qui a les plus fortes teneurs (35 % de plus que la moyenne des autres cépages). Les autres cépages ont des teneurs à peu près équivalentes tout au long des prélèvements ; le grenache et la syrah présentant les concentrations les plus faibles.

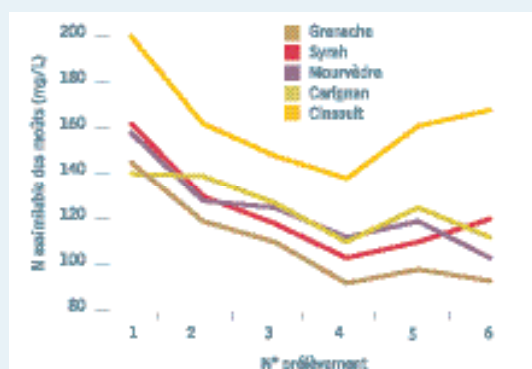
Si l'on considère le seuil de carence azotée de 140 mg/L (Bely et al., 1990), généralement admis en œnologie, tous les moûts, sauf ceux issus de cinsault, seraient carencés à partir du 3<sup>ème</sup> prélèvement (dernière semaine d'août).

La figure VI-2 illustre la variabilité des teneurs dans les moûts de grenache noir en fonction des millésimes.

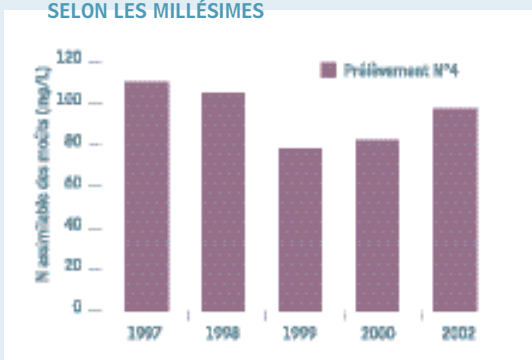
D'un point de vue qualitatif, il est toujours préférable de vinifier un moût carencé en azote plutôt qu'un moût botrytisé issu souvent d'une vigueur excessive, influencée quelques fois par une fumure azotée trop importante. Le choix de la levure de vinification ainsi que la possibilité de compléter les moûts en azote laisse au vinificateur assez de moyens pour éviter tout problème fermentaire.

Or, dans notre région, il n'apparaît pas utile de compléter les moûts, sauf lorsque les teneurs en azote assimilable sont inférieures à 80 mg/L. Ce niveau semble être le seuil critique pour les levures généralement employées en Vallée du Rhône. Dans ce cas, rappelons que l'ajout de sulfate ou de phosphate d'ammonium est autorisé dans la limite légale de 100 g/hL (équivalent environ à 210 mg/L d'azote minéral - règlement européen adopté le 7/8/2003).

[FIGURE VI-1] CONCENTRATION MOYENNE EN AZOTE ASSIMILABLE (mg/L) DE DIFFÉRENTS CÉPAGES RHODANIENS (MOYENNE PAR PRÉLÈVEMENT DE 1998 À 2002)



[FIGURE VI-2] CONCENTRATION EN AZOTE ASSIMILABLE (mg/L) DANS LES MOÛTS DE GRENACHE NOIR SELON LES MILLÉSIMES



## pour en savoir plus...

- AERNY J., 1996 – Composés azotés des moûts et des vins. Revue Suisse viticole et horticole Vol. 28 (3) ,161 – 165.
- AREDVI, 2003 – Guide de la protection du vignoble 2003. Supplément aux bulletins d'information technique, 80 p.
- BELY M., SABLAYROLLES J.M., BARRE P., 1990 – Automatic detection of assimilable nitrogen deficiencies during alcoholic fermentation in oenological conditions. J. of fermentation and Bioengineering, vol. 70, N°4, 246 – 252.
- CHAMPAGNOL F., 1984. – Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. Imprimerie Dehan, Montpellier, 352 p.
- CHAUSSOD R., BREUIL M.C., NOUAÏM R., LEVEQUE J., ANDREUX F., 1999 – La fertilité biologique des sols viticoles : les indicateurs microbiologiques. EUROVITI 16, 17 et 18 novembre 1999, Le Corum – Montpellier, 15-22.
- CORDEAU J., 1998 – Création d'un vignoble. Greffage de la vigne et porte-greffes. Elimination des maladies à virus. Collection des Usuels Féret de la Vigne et du Vin. Ed. Féret, Bordeaux, 184 p.
- DELAS J., 2000 – Fertilisation de la Vigne. Collection des Usuels Féret de la Vigne et du Vin. Ed. Féret, Bordeaux, 160 p.
- HALMA A., VIDAL G., 2003 – Le Coût des Fournitures en Viticulture et Œnologie 2003. Ed. ITV et CA 66, 112 p.
- HERODY Y., 1998 – Abrégé de connaissance du sol. Un nouveau modèle de pédologie appliquée à une agriculture durable, 22 p.
- ITAB, 2002 – Activités biologiques et fertilité des sols : intérêt et limites des méthodes analytiques disponibles. Document à l'usage des agents de développement réalisé par le groupe de travail « état et activités biologiques des sols » de la Commission « agronomie – système de production » de l'ITAB, 25 p.
- INSTITUT RHODANIEN, 2002. – Guide de la vinification rhodanienne N° 6. Spécial Grenache. Orange, 56 p.
- ITV, 1991 – Protection raisonnée du vignoble. Ed. ITV.
- JULIEN A., ROUSTAN J.L., DULAU L., SABLAYROLLES J.M., 2001 – Variabilités des besoins en oxygène et en azote assimilable suivant les souches de levures œnologiques. Revue Française d'œnologie N°189, 20 – 22.
- LE VIGNERON DES CÔTES DU RHÔNE ET DU SUD-EST, 2003 – Numéro spécial protection & entretien du vignoble. Hors série 2003, 80 p.
- MASNEUF I., DUBOURDIEU D., 1999 – L'azote assimilable : intérêt de son dosage par formotitration. Etudes de quelques paramètres à l'origine des variations de sa teneur dans les moûts. Revue des œnologues N°93, 31 – 32.

# annexe

## abréviations

<b>B</b> : bore	<b>Mn</b> : manganèse	<b>G</b> : granulé
<b>Ca</b> : calcium	<b>mmol<sub>C</sub></b> : millimole de charge	<b>WG</b> : granulé à disperser dans l'eau
<b>CEC</b> : capacité d'échange cationique	<b>cmol<sub>C</sub></b> : centimole de charge	<b>SG</b> : granulé soluble
<b>Fe</b> : fer	<b>N</b> : azote	<b>SP</b> : poudre soluble dans l'eau
<b>ha</b> : hectare	<b>Na</b> : sodium	<b>SL</b> : concentré soluble
<b>K</b> : potassium	<b>P</b> : phosphore	<b>SC</b> : suspension concentrée
<b>L</b> : litre	<b>ppm</b> : partie par million	
<b>mé</b> : milliéquivalent	<b>t</b> : tonne	
<b>Mg</b> : magnésium	<b>u</b> : unité	
	<b>µm</b> : micromètre	

## différentes formes pour les engrais :

## tableaux de conversion (DELAS, 2000)

Si le chiffre est exprimé en :	Pour le convertir en :	Il faut le multiplier par :
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	0,436
K	K <sub>2</sub> O	1,20
K <sub>2</sub> O	K	0,830
Mg	MgO	1,66
MgO	Mg	0,603
Ca	CaO	1,40
CaO	Ca	0,715

Si le chiffre est exprimé en :	Pour le convertir en :	Il faut le multiplier par :
<b>mé K / kg</b> de terre fine séchée	<b>g K<sub>2</sub>O / kg</b> de terre fine séchée	0,047
<b>g K<sub>2</sub>O / kg</b> de terre fine séchée	<b>mé K / kg</b> de terre fine séchée	21,3
<b>mé Mg / kg</b> de terre fine séchée	<b>g MgO / kg</b> de terre fine séchée	0,020
<b>g MgO / kg</b> de terre fine séchée	<b>mé Mg / kg</b> de terre fine séchée	49,6
<b>mé Ca / kg</b> de terre fine séchée	<b>g CaO / kg</b> de terre fine séchée	0,028
<b>g CaO / kg</b> de terre fine séchée	<b>mé Ca / kg</b> de terre fine séchée	35,7

( 1 mé = 1 mmol<sub>C</sub> = 0,1 cmol<sub>C</sub> )

# contacts

LE GROUPE « FERTILISATION DE LA VIGNE EN VALLÉE DU RHÔNE » EST CONSTITUÉ PAR :

### François BÉRUD

– Chambre d'Agriculture de Vaucluse  
Institut Rodanien - 2260 Rte. du Grès 84100 ORANGE  
tél. 04 90 11 46 33 | fax 04 90 11 46 34 | f.berud@wanadoo.fr

### Florent BOUTIN

– Chambre d'Agriculture de Vaucluse  
Quai de Verdun - 84 110 VAISON LA ROMAINE  
tél. 04 30 36 19 96 | fax 04 90 28 79 32 | fboutin.viti@wanadoo.fr

### Emmanuelle FILLERON

– Chambre d'Agriculture de Vaucluse - Domaine expérimental « La Tapy »  
Chemin des Galères - 84 200 CARPENTRAS-SERRES  
tél. 04 90 62 69 34 | fax 04 90 62 74 41 | e.filleron.latapy@wanadoo.fr

### Bernard GENEVET

– Chambre d'Agriculture du Gard  
GDA Bagnols - Maison de l'entreprise Z.A. de l'Euze - 30 200 BAGNOLS SUR CEZE  
tél. 04 66 39 60 60 | fax 04 66 39 60 61 | cagri30bagnols@worldonline.fr

### Olivier JACQUET

– Chambre d'Agriculture de Vaucluse  
Institut Rodanien - 2260 Rte. du Grès - 84 100 ORANGE  
tél. 04 90 11 46 33 | fax 04 90 11 46 34 | gdaviti.cda-84@wanadoo.fr

### Jean LASSALLE

– Chambre d'Agriculture de la Drôme  
Place Olivier de Serres - 26110 NYONS  
tél. 04 75 26 99 41 | fax 04 75 26 04 30 | jllassalle@drome.chambagri.fr

### Isabelle MÉJEAN

– Chambre d'Agriculture de la Drôme  
4 cours des platanes - 26130 st Paul Trois Châteaux  
tél. 04 75 04 77 91 | fax 04 75 96 75 54 | imejean@drome.chambagri.fr

### Jacques OUSTRIC

– Chambre d'Agriculture du Gard  
GDA Basse vallée du Rhône - 9 Rte. de Bezouze - 30 840 MEYNES  
tél. 04 66 57 54 59 | fax 04 66 57 27 49 | cagri30-meynes@worldonline.fr

### Catherine REYNAUD

– Domaine expérimental « La Tapy »  
Chemin des Galères 84 200 CARPENTRAS-SERRES  
tél. 04 90 62 69 34 | fax 04 90 62 74 41 | latapy.domaine@wanadoo.fr

### Begoña RODRIGUEZ LOVELLE

– Syndicat Général des Vignerons Réunis des Côtes du Rhône  
Institut Rodanien - 2260 Rte. du Grès - 84 100 ORANGE  
tél. 04 90 11 46 18 | fax 04 90 11 46 16 | b.rodriguez@syndicat-cotesdurhone.com

### Olivier ROUSTANG

– Inter Rhône  
Institut Rodanien - 2260 Rte. du Grès - 84 100 ORANGE  
tél. 04 90 11 46 50 | fax 04 90 11 46 10 | oroustang@inter-rhone.com

Document édité par Inter Rhône et l'Institut Rhodanien

2260, route du Grès | 84100 Orange | tél. 04 90 11 46 00 | fax 04 90 11 46 10

Site Internet : [www.institut-rhodanien.com](http://www.institut-rhodanien.com) | Email : [contact@institut-rhodanien.com](mailto:contact@institut-rhodanien.com)

**Maquette et réalisation** : Le Vigneron des Côtes du Rhône, nomades (Avignon).

**Credits photographiques** : J-F Cholley, Inter Rhône (Alain Gas, Isabelle Desarzens), Le Vigneron, Chambres d'Agriculture 84, 26, 30, Domaine expérimental «La Tapy», Syndicat Général des Côtes du Rhône, Fregoni (Italie).

**Photogravure** : Photogravure du Comtat (Avignon).

**Impression** : Rimbaud (Cavaillon).





© Institut Rhodanien - novembre 2003



# LES PARTENAIRES DE L'INSTITUT RHODANIEN, ASSOCIENT LEURS COMPÉTENCES.

- Inter Rhône (Interprofession des Vins A.O.C. Côtes du Rhône & Vallée du Rhône) • Syndicat Général des Vignerons Réunis des Côtes du Rhône • Syndicat des Vignerons des Côtes du Ventoux • Syndicat Viticole des A.O.C. de Die • Syndicat des Costières de Nîmes • Syndicat des Coteaux du Tricastin
- Chambres d'Agriculture du Vaucluse, de la Drôme, du Gard, de l'Ardèche, de la Loire et du Rhône • I.T.V. France • Institut Coopératif du Vin • Centre de Développement et de Recherche Œnoagronomique - Université du Vin, Suze la Rousse • Lycée Régional Viti-vinicole d'Orange • Lycée Agricole de Nîmes-Rodilhan ■

Les programmes de l'Institut Rhodanien sont financés avec le concours

des régions  Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes   
et Languedoc-Roussillon  ainsi que l'Onivins. 

**Institut Rhodanien** 2260 route du Grès 84100 Orange  
Tél. 04 90 11 46 00 Fax 04 90 11 46 10  
Site Internet : [www.institut-rhodanien.com](http://www.institut-rhodanien.com)  
Email : [Contact@institut-rhodanien.com](mailto:Contact@institut-rhodanien.com)

Prix 15 €