JOURNEE TECHNIQUE REGIONALE

LES RELATIONS SOL/PLANTE

JEUDI 4 NOVEMBRE 1999

ENSAT - TOULOUSE

Journée organisée grâce au concours de l'ONIVINS, de l'Union Européenne et du Conseil Régional de M.Pyrénées, en partenariat avec les Chambres d'Agriculture de Midi-Pyrénées

SOMMAIRE

INTERET DE L'APPROCHE BRDA – HERODY EN VITICULTURE..... 4

COMPRENDRE ET INTERPRETER LES ANALYSES DE SOL 9

ANALYSES SUR MOUTS : UN OUTIL DE DIAGNOSTIC SUPPLEMENTAIRE 15

LA METHODE BIO-SAVITAL EN VITICULTURE 22

LA METHODE CLIMAGRO : LA MAITRISE DE LA QUALITE DE LA VENDANGE PAR LE CEDAT..... 26

LE MOT DU PRESIDENT

Pourquoi une journée technique sur le thème des relations sol/plante ?

Les enjeux de la viticulture de demain reposent sur des concepts de protection de l'environnement, élaboration de produits sains, respectueux de la santé des producteurs et des consommateurs, et avec des exigences s'échelonnant entre la lutte conventionnelle raisonnée et la production intégrée jusqu'aux approches de bio-dynamie.

Le sol n'est pas uniquement le support de la vigne. Il doit aussi lui donner les capacités de trouver ce dont elle a besoin, dans le meilleur équilibre qu'il soit.

Tous les viticulteurs le savent : sur un sol trop généreux, la vigne tombera dans l'excès de vigueur, de production. Sur un sol déséquilibré, il faudra alors compenser les carences par des apports exogènes.

Les relations sol/plante s'inscrivent donc dans une logique d'équilibre, avec toute la complexité que cela revêt pour l'appréhender, la mettre en équation.

Le but de cette journée est donc de nous donner les éléments de réflexion, pour comprendre le rôle déterminant joué par le sol, sur l'épanouissement de la vigne, la qualité du raisin, la complexité du vin.

Tous ces éléments réunis, feront ensuite que la créativité du vinificateur s'exprimera en décuplant l'apport du terroir.

Dominique Massenot
AMISOL – Chazelles/Lyon

INTERET DE L'APPROCHE BRDA - HERODY EN VITICULTURE

Parmi les nombreux aléas de la production viticole, un des soucis majeurs du viticulteur est d'assurer une nutrition équilibrée de la vigne. Si les exportations par la plante sont relativement connues, une simplification abusive mais fréquente consiste à apporter, indifféremment sous forme organique ou minérale, les nutriments dans les mêmes rapports que ceux observés dans les exportations. En fait, les apports ne font que s'ajouter à la fourniture du sol dans les différents éléments et c'est la résultante de ces deux sources qui doit être en équilibre avec les besoins physiologiques de la plante.

Il convient donc d'appréhender le plus fidèlement possible la fourniture du sol en terme de quantités disponibles et surtout de cinétique de mise à disposition, car toute fourniture qui n'est pas en phase avec le fonctionnement de la plante se traduit plus fréquemment par des désordres physiologiques, voire même des problèmes de pollution, que par une amélioration de la production.

LE LABORATOIRE : UN MIROIR PARFOIS DEFORMANT

De manière conventionnelle, la fourniture du sol est approchée par l'analyse de terre. L'objectif est d'estimer une disponibilité des éléments présents dans la solution du sol, réputés théoriquement utilisables par la plante. En pratique et sans aucunement remettre en question le sérieux des laboratoires, au moins deux raisons font que la mesure ne représente pas toujours la réalité : l'échantillon au laboratoire n'est plus dans les mêmes conditions physiques que dans la parcelle (asphyxie, tassement, …) et, si la présence d'un élément dans la solution du sol est un gage de disponibilité potentielle pour la plante, elle est malheureusement également une condition d'entraînement par l'eau hors du profil du sol. Une autre limite, spécifique à la recherche d'une production de qualité, est que l'emploi de produits très solubles permet certes d'obtenir du rendement, mais n'est pas une garantie de qualité. Le producteur, souvent soutenu par un certain nombre de démarches commerciales, se tourne alors vers des engrais organiques, sans pouvoir répondre à la question : dans quelle mesure et à quel rythme ces produits vont-ils enrichir la solution du sol ?

Il faut donc partir de l'étude du sol en place, ce que certains agronomes ont heureusement mis en avant par l'observation du profil cultural. Cette approche est encore peu reconnue dans le milieu viticole où une idée communément admise est que les racines de la vigne se frayent naturellement un passage vers les horizons profonds, permettant ainsi l'expression du terroir. L'idée de faire un trou à la bêche, en allant voir un petit peu en dessous de l'horizon habituellement travaillé (si travail du sol il y a) paraît quelque peu saugrenue… Les problèmes de compactage, d'asphyxie ou de non décomposition de la matière organique existent malheureusement aussi en viticulture! En dehors des facteurs climatiques (température, humidité, …), le fonctionnement du sol est grandement influencé par les caractéristiques physico-chimiques du profil cultural. Un milieu suffisamment poreux et aéré est aussi important pour l'activité microbienne que pour l'absorption des nutriments par les racines. Le rapport entre oxygène / gaz carbonique ainsi que le niveau d'oxydo-réduction du milieu doivent être pris en compte avant le raisonnement des apports. Les racines profondes n'ont pas la même fonction que les racines superficielles et au risque d'écorner un dogme, une nutrition équilibrée, indispensable à une belle expression du terroir, est avant tout le fait des conditions de milieu de l'horizon de surface.

Les observations physiques sont indispensables pour dresser un constat valable mais ne donnent pas toujours les éléments pour savoir comment agir. Dans ces conditions, le viticulteur ne peut-il s'en remettre qu'à sa seule expérience ou peut-il tirer parti d'une approche physico-chimique du sol ?

UN MODELE AVANT DES OUTILS

Utiliser des outils sans modèle de connaissance équivaut tout simplement à mettre la charrue avant les bœufs! Les mesures ne se réfèrent jamais directement à l'objet étudié mais seulement au modèle de connaissance correspondant à l'aspect du fonctionnement de l'objet que l'on veut étudier. Il y a donc plusieurs modèles possibles et aucun ne rend compte de la totalité du phénomène.

Le modèle sous-jacent à l'emploi des analyses de terre fut exprimé par DEMOLON, dans les années 1930, de la manière suivante : la plante se nourrit dans la solution du sol. Cette légitime préoccupation agronomique ne prenait pas en compte le fonctionnement et l'évolution des différents types de sols, lesquels étaient pourtant déjà connus de la pédologie.

L'ambition de la méthode BRDA-HERODY est de réconcilier l'agronomie et la pédologie. Le modèle cherche alors à définir les caractéristiques pédologiques qui font que tous les sols ne réagissent pas de la même façon à des pratiques identiques. Il peut se résumer en ces termes : la composition de la solution du sol est régulée par le complexe organo-minéral. Il s'agit alors d'étudier quels sont les paramètres qui peuvent refléter la diversité des sols.

POUR S'Y RETROUVER DANS LES COMPLEXES

La fertilité du sol repose sur l'état d'assemblage des composants actifs minéraux et organiques dans le complexe organo-minéral. La liaison organo-minérale est réalisée par le fer et doit être stabilisée par la fourniture de bases (calcium ou magnésium)..

Les composants minéraux actifs proviennent de l'altération de la roche-mère. La connaissance géologique de celle-ci est indispensable pour connaître les éléments qui peuvent être présents et surtout ceux qui ne peuvent l'être car absents dans la roche-mère. Ce sont soit des limons fins (= particules pleines), soit des argiles vraies (= empilement de feuillets). Leur qualité est estimée par la mesure du CF (Coefficient de Fixation). A granulométrie identique, le CF varie dans de fortes proportions en fonction de la nature et de l'histoire des particules présentes.

Les composants organiques actifs proviennent de la décomposition de molécules issues du monde végétal ou animal mais toutes les MO (matière organique) dans le sol ne sont pas actives. Les MO actives sont, soit des petites molécules provenant de la minéralisation (= MO facilement utilisables par les microbes ou MOF), soit des molécules réorganisées et associées aux minéraux actifs (= Humus Stable ou HS) ou non (= 3ème Fraction ou 3F). Le comportement et les besoins du sol vont s'apprécier par la répartition entre HS, MOF et 3F.

Il ne s'agit d'un complexe argilo-humique que dans les cas où des argiles vraies et des humus vrais sont présents. Il est très fréquent de rencontrer des complexes limono-organiques. Il faut alors disposer, non seulement de fer de liaison comme pour les argiles, mais aussi de fer amorphe qui sert de point d'ancrage au fer de liaison sur les limons. La connaissance de l'état du complexe organo-minéral implique de mesurer le fer (liaison et amorphe) et les bases (calcium et magnésium).

L'état du complexe organo-minéral est quelque chose de dynamique. Pour agir à bon escient, il est important de savoir si le complexe organo-minéral est en cours de constitution, de transformation ou de dégradation. Dans les pratiques agricoles, une même technique, intéressante pour accélérer la constitution, va également provoquer une dégradation plus rapide. Toutes les techniques agricoles sont donc à réfléchir de ce point de vue.

TIRER LE MEILLEUR PARTI DE SON COMPLEXE

L'entretien durable de la fertilité du sol passe par la régulation des flux de matières organiques. Il s'agit de se rapprocher d'un équilibre optimum MOF/HS en privilégiant l'apport de matières organiques choisies d'après leur comportement dans le sol. Ainsi, certaines MO sont considérées comme précurseurs de MOF (lisier, fientes, engrais verts,…) alors que d'autres sont principalement des précurseurs de HS (paille, écorces, bois de taille, …).

Le compostage se justifie dans les sols déficitaires en HS et présentant des conditions de minéralisation difficiles. Encore faut-il le conduire de manière à obtenir un produit adapté au type de sol rencontré : dans certains sols, l'usage de composts réducteurs donne de meilleurs résultats que celui de composts aérés. De même, l'usage du compost dans les sols qui accumulent la matière organique peut augmenter le défaut de ces sols.

En viticulture, l'enherbement permanent induit un ralentissement de l'activité minéralisante : c'est un facteur d'amélioration pour les sols ayant un niveau de MOF élevé alors qu'il est à proscrire dans les sols à niveau faible en MOF.

L'usage des guanos, fientes et autres engrais organiques ne faisant jamais d'humus stable n'est ni à proscrire, ni à conseiller systématiquement. Les sols déficitaires en MOF ou présentant des taux de matière organique trop élevés seront améliorés par ce genre d'apport, à dose compatible avec le CF du sol considéré. Par contre, dans les sols qui minéralisent beaucoup, leur emploi peut conduire à faire chuter le taux d'humus stable et entraîner des problèmes physiologiques sur la plante.

Le fonctionnement du sol entraîne une perte en bases, constituée par les prélèvements des plantes et de l'érosion (lessivage). Tant que l'altération de la roche mère compense la perte, il ne faut surtout pas chauler : c'est le cas des sols calcaires. En revanche, tous les sols décarbonatés ou acides sont justifiables d'apports pour entretenir ou rétablir la saturation du complexe organo-minéral ; leur caractérisation sur le terrain est établie par l'absence d'effervescence à l'acide dilué. Le choix de l'amendement calcaire doit se faire de manière compatible avec l'ensemble des données du sol considéré : possibilité de marnes en terrains sableux, emploi de calcaire fin si les MOF sont faibles, etc…

En modifiant les conditions de milieu, circulation de l'eau notamment, ces pratiques ont non seulement une incidence sur les cultures en place mais aussi sur le fonctionnement du sol.

Par accélération de la circulation de l'eau pour le drainage ou par modification du rythme et de la quantité d'eau dans le cas de l'irrigation, ces pratiques entraînent bien souvent un accroissement du lessivage, c'est à dire une augmentation des pertes en bases, en fer, en MOF et en nutriments pour la plante. Il faut alors compenser en augmentant les apports ou en choisissant des formes moins solubles.

Quand le manque d'oxygène devient un facteur limitant, le remède consiste alors en un travail approprié du sol : la situation est souvent préoccupante en vignes étroites avec les passages de roues des engins toujours au même endroit. De ce point de vue, l'enherbement n'améliore pas systématiquement la structure et le fonctionnement du sol. Dans les sols sensibles au tassement, le système racinaire est parfois incapable de coloniser l'ensemble du profil. Il s'agit alors d'effectuer des façons culturales visant davantage un meilleur développement de l'enherbement que sa destruction.

Enfin, la mesure des seuls éléments présents dans la solution du sol conduit fréquemment à sous estimer la fourniture du sol : c'est fréquemment le cas pour le potassium, par exemple, ce qui entraîne une chute de l'acidité et du pouvoir de conservation des vins. Il s'agit donc d'assurer un équilibre de disponibilité entre tous les éléments dont ont besoin la plante et les micro-organismes, en volume et surtout en flux.

L'équilibre de disponibilité est également fondamental pour l'obtention d'une qualité : teneur en sucres et en acides, état sanitaire et conservation sont variables selon les années mais demandent au départ un bon équilibre de disponibilité, lequel est toujours régulé par le complexe organo-minéral.

Le choix des engrais doit toujours être compatible avec le fonctionnement du sol (phosphate naturel inutilisable en sol calcaire par exemple), même si cela implique d'utiliser des produits qui ne sont pas les moins chers ou les plus facilement disponibles. Les doses et fréquences d'apport sont à raisonner en fonction du CF pour éviter les risques de pollution.

Notes personnelles

Jean-Marie CLAUZEL – Jean-Luc REIGNE
Laboratoires Centre Atlantique (LCA) - Bordeaux

COMPRENDRE ET INTERPRETER LES ANALYSES DE SOL

QUELS PARAMETRES DETERMINER ET POUR QUELLE UTILISATION ?

Le sol est un milieu vivant, en interaction avec le milieu, et en particulier les plantes et les animaux vivant dessus ou en son sein même.
La pédogenèse, ou formation des sols, est un argument essentiel de la notion de terroir : le sol se forme à partir de la roche-mère, en incorporant les déchets d'organismes vivants, spécifiques selon la climatologie de la région concernée, celle-ci influant sur le type de dégradation. Depuis que l'homme cultive des plantes, il s'est intéressé à caractériser le sol, tout d'abord par des critères visuels ou liés à l'expérience (terre grasse, maigre…, terre à blé, terre à vigne…). Avec le développement des travaux des chimistes, les molécules ou les « ferments » du sol, mais c'est essentiellement depuis la création et le développement de l'Institut National de la Recherche Agronomique, après guerre, que des méthodes d'analyses fiables et des critères d'appréciation réellement utilisables ont été définis. Ce lourd travail, en perpétuelle évolution et modifications nécessite d'une part des travaux importants en chimie, mais aussi en agronomie expérimentale, de manière à corréler les résultats des analyses avec le comportement des plantes.

On définit ainsi trois grandes catégories de paramètres interdépendants :

- le milieu physique
- le milieu nutritif
- le milieu chimique (que l'on va décrire brièvement ci-après)

LE MILIEU PHYSIQUE

Il s'agit ici de caractériser le « squelette » du sol, par l'importance (en teneurs) de ses constituants et par leurs équilibres, en distinguant trois types de constituants :

- ***les solides*** : ce sont les constituants minéraux (argiles, limons, sables, graviers, calcaire) qui dérivent de la roche-mère, et les constituants organiques (matières organiques) provenant des êtres vivants (végétaux et animaux) occupant ou ayant occupé le sol

- ***les liquides*** : l'eau, contenant certaines quantités d'éléments dissous et indispensables à la vie (constituants cellulaires, évapotranspiration, transport des éléments)

- ***les gaz*** : le sol contient aussi de l'air et les différents gaz issus du métabolisme des êtres vivants du sol. Ils occupent les espaces laissés vides par les solides et les liquides

L'équilibre entre les éléments solides et la porosité (air + eau) est le facteur clé de toute vie liée au sol et donc a fortiori des végétaux que l'on y cultive. Cet équilibre est relié à la granulométrie des constituants solides (qui définit la texture) et aux teneurs et types de matières organiques. En effet, celles-ci jouent le rôle de « liant » du sol, en relation avec les argiles (les particules minérales les plus fines), en maintenant le sol dans une structure favorable aux circulations d'eaux et de gaz (oxygène – gaz carbonique…), mais aussi en permettant la rétention des éléments nutritifs dans la zone explorée par les racines (en cas contraire, les éléments sont entraînés dans les couches profondes du sol).

Les analyses : détermination des éléments totaux (carbone, azote, carbonates) par mise en solution dans des acides forts, répartition granulométrique (texture) par technique de sédimentation dans l'eau. L'analyse granulométrique est aujourd'hui automatisée par l'utilisation d'automates, et le dosage des éléments totaux est effectué par dosage colorimétrique (C, N) ou volumétrique (calcaire total).

LE MILIEU CHIMIQUE

Il décrit l'ambiance dans laquelle les principaux paramètres du sol vont guider les réactions d'échanges biochimiques entre le sol et la plante :

- l'acidité : le sol est-il acide ou au contraire alcalin ? La plupart des éléments sont moins disponibles au végétal en sols trop acides ou trop alcalins. Une acidité excessive est antagoniste de la vie du sol, et au contraire permettra à certains éléments toxiques (cuivre, aluminium…) d'être libérés en quantités importantes

- la salinité : la concentration en sels est la conséquence des échanges entre le sol et les plantes et intègre les apports effectués par le viticulteur. Trop faible, elle caractérise un sol pauvre ou insuffisamment fertilisé. Trop élevée, elle peut avoir des effets phytotoxiques (exemple des sols salés).

La capacité d'échange des cations quantifie le pouvoir de stockage des éléments échangeables du sol et la facilité des échanges sol-plante. Par exemple, un sol lourd, argileux, à forte capacité d'échange stocke mais aussi fixe les éléments (potassium, magnésium…). Ce sol pourra connaître des difficultés à alimenter correctement les plantes en ces éléments.

- oxydo-réduction : le sol est-il suffisamment aéré (éléments à l'état oxydé) ou au contraire trop peu aéré (éléments à l'état réduit) ? Par exemple, le manganèse (un des oligo-éléments importants pour la vigne) est disponible au végétal à l'état réduit et moins disponible à l'état oxydé. Un sol trop tassé, mal aéré sera à l'origine de difficultés de développement racinaire mais aura une teneur en manganèse biodisponible.

- les analyses : par mesures directes (capteurs ou électrodes spécifiques pour les déterminations de pH, conductivité, potentiel rédox). Les dosages sont réalisés selon des principes d'électrochimie, les électrodes étant étalonnées sur l'échantillon à doser.

LE MILIEU NUTRITIF

Il est caractérisé par l'état d'un élément chimique donné par rapport au végétal, qui peut être :

- dissout dans l'eau et donc directement absorbé par les racines
- extractible (ou échangeable, assimilable, biodisponible) signifie qu'il va pouvoir facilement passer à l'état dissous précédemment décrit.
- inerte (non extractible) : l'élément est présent, mais sous des formes chimiques telles qu'il est indisponible et non échangeable dans des délais courts

L'analyse de terre s'intéresse essentiellement aux fractions les plus mobiles.

Les éléments chimiques n'ont pas tous la même importance pour la vigne :

Les indispensables :

- les éléments majeurs constituant les tissus végétaux (carbone, oxygène, hydrogène, azote, soufre, phosphore, potassium, calcium, magnésium)
- les oligo-éléments, utilisés en très faibles quantités dans les mécanismes de synthèse (fer, manganèse, cuivre, zinc, bore, molybdène, cobalt)

Les indifférents : sans intérêt particulier pour la plante (chlore, iode, sélénium…)

Les indésirables : toxiques même à très faibles concentrations (cadmium, chrome, mercure, nickel, plomb…)

Les analyses : extraction des éléments biodisponibles par mise en solution dans l'eau ou des solutions salines ou acides faibles dilués. Les dosages sont réalisés par techniques colorimétriques (on ajoute des réactifs spécifiques à l'élément à doser dans la solution de sol et une réaction chimique colorée se produit. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la teneur en élément).

On peut aussi réaliser les dosages par spectrométrie d'absorption ou d'émission plasma, où l'on fait appel aux propriétés spectrales spécifiques de chaque élément chimique lorsqu'il est porté à très haute température. On mesure alors les absorptions ou les émissions de raies spectrales par des détecteurs optiques particuliers.

LA CHAINE D'ANALYSES DE SOLS

Les laboratoires adhérents du GEMAS détiennent un agrément du Ministère de l'Agriculture, leur imposant l'utilisation de méthodes analytiques normalisées et des contrôles qualité très stricts (normes AFNOR).
Le schéma (voir p.13) détaille le trajet d'un échantillon de terre au laboratoire et les différentes déterminations réalisées (sept à dix extractions différentes peuvent être effectuées sur un même échantillon pour traiter l'ensemble de la demande d'analyse).

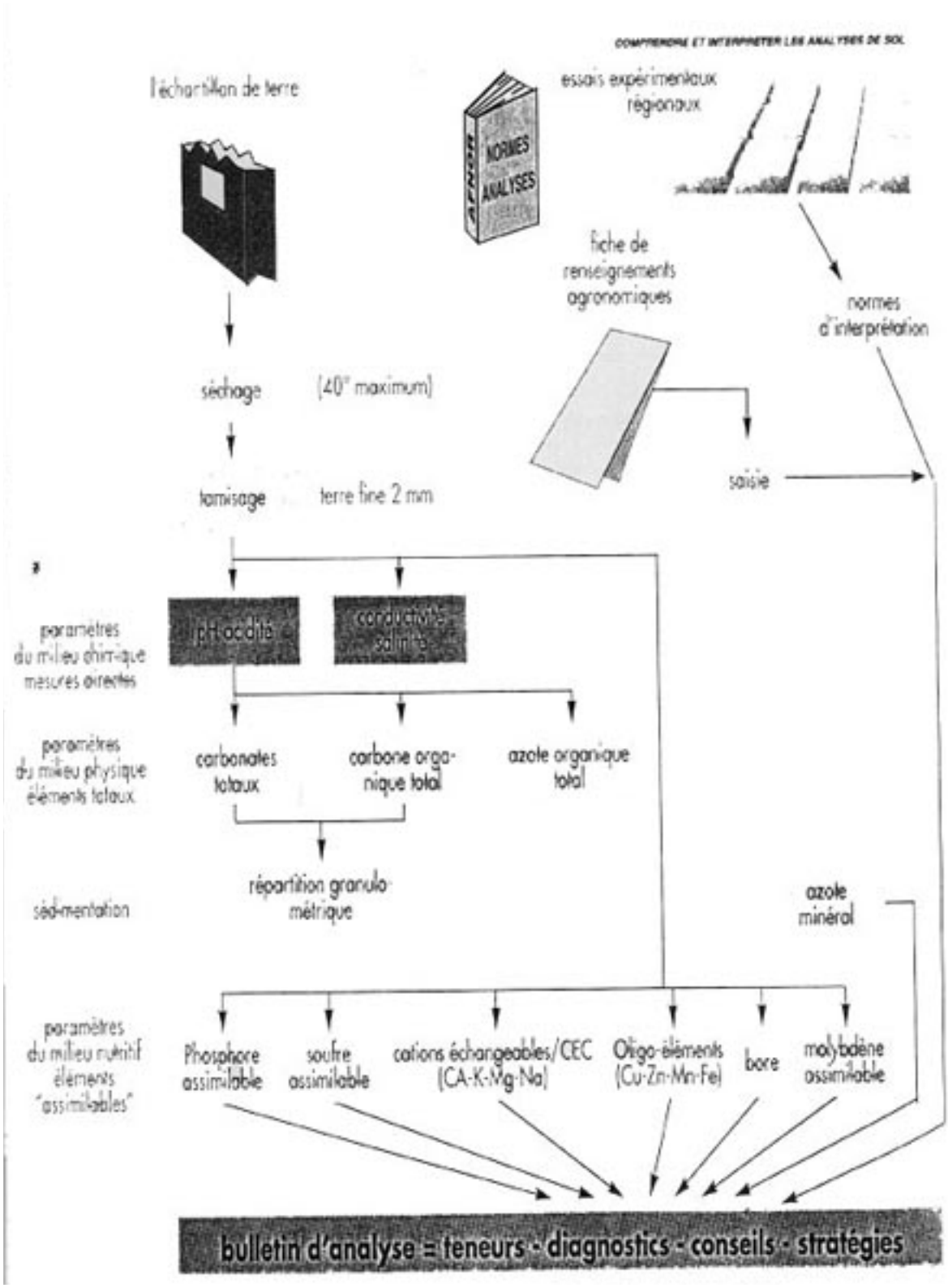
Le comportement de la vigne (vigueur-rendement) et la qualité des raisins dépendent du terroir, de l'alimentation en eau et en éléments minéraux. De plus, la conservation, voire l'amélioration du terroir, le niveau et l'équilibre des éléments minéraux du sol, la capacité de la vigne à s'alimenter correctement influencent notablement la qualité des vins.

Ainsi, une teneur excessive en azote diminuera leur richesse en sucres, leur couleur et leur teneur en polyphénols. A l'inverse, une végétation trop faible nuira également à leur richesse et à la longévité du vignoble. La qualité de la nutrition potassique et magnésienne influencera notablement leur acidité.

Qualité du vin et nutrition de la vigne sont donc étroitement liés.

Baser son raisonnement de fertilisation uniquement sur l'appréciation visuelle du comportement de la vigne est insuffisant. En effet, l'apparition des symptômes de carences sur le feuillage correspond à un stade critique de la malnutrition du végétal. Avant qu'elle ne se manifeste de cette façon, elle perturbe déjà le bon fonctionnement de la plante et la synthèse chlorophyllienne et donc la qualité du produit final.

Les décisions en matière de fertilisation ne sont pas faciles à prendre : impasse totale ? impasse partielle ? correction organique ? chaulage ? correction magnésienne ? choix de porte-greffe pour les complants ? choix des types d'engrais ? dates d'apports ?…



(extrait de l'ouvrage « l'analyse de terre aujourd'hui »- GENAS – 1998)

Notes personnelles

Jean-Pierre SOYER
INRA – BORDEAUX

ANALYSES SUR MOUTS :
UN OUTIL DE DIAGNOSTIC SUPPLEMENTAIRE

Les points abordés :

- **LES MARQUEURS NUTRITIONNELS DE LA VIGNE**
  - les différents marqueurs
  - les normes INRA Bordeaux pour le diagnostic foliaire

- **DIAGNOSTIC PETIOLAIRE ET NUTRITION POTASSIQUE**
  - équilibre de la nutrition en potassium et en magnésium

- **LES ANALYSES DE MOUT ET LA QUALITE DU RAISIN**
  - les marqueurs traditionnels : sucre, acidité titrable, acides,…
  - appréciation de la richesse en composés phénoliques
  - autres métabolites 2aires marqueurs de qualité (mercaptopentanone, méthoxypyrazine,…)

- **LES MARQUEURS DE LA NUTRITION AZOTEE**
  - azote minéral du sol et diagnostic pétiolaire
  - diagnostic pétiolaire et azote du moût
  - formes d'azote dans le moût
  - prévision de la teneur en azote minéral à maturité

- **CONCLUSION**
  - les besoins de la vigne en éléments majeurs
  - complémentarité des outils de diagnostic

LES MARQUEURS NUTRITIONNELS DE LA VIGNE

① - *Diagnostic foliaire*

Organe	Stade
Limbes	Floraison
Pétioles	Véraison
Feuilles entières	Maturité

Normes INRA Bordeaux : en % MS (éléments majeurs) en mg/kg (ppm) (oligoéléments)

		Limbes	Pétioles	Feuilles entières
FLORAISON	**N**	2.5	0.8	
	P	0.20	0.17	
	K	1.2 à 1.5	2.5 à 3.5	
	Mg	0.35 à 0.55	0.5 à 0.7	
	Ca	1 à 2	2 à 3	
	K/Mg	3 à 9	3 à 9	
VERAISON	**N**	1.9 à 2.3	0.4 à 0.6	1.8 à 2.2
	P	0.14 à 0.18	0.10 à 0.18	0.14 à 0.18
	K	0.8 à 1.0	1.5 à 2.5	0.9 à 1.1
	Mg	0.2 à 0.4	0.4 à 0.6	0.2 à 0.4
	Ca	2 à 3	2 à 4	2 à 3
	K/Mg	2 à 5	4 à 8	2 à 5
	N/P	11 à 15	2.5 à 3.5	
	N/K	2 à 3	0.2 à 0.4	
	Fe		110 à 160	
	Mn		50 à 100	
	B		25 à 40	
	Zn		30 à 60	

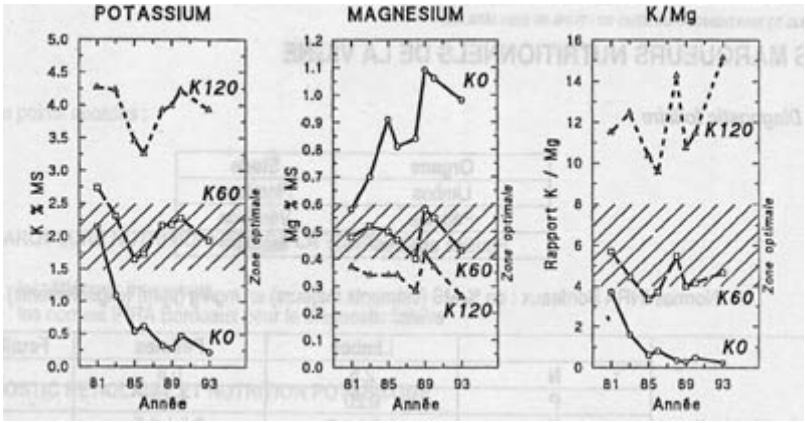
② - *Analyses de moûts :*

- elles peuvent être effectuées sur des échantillons de type « 200 baies » :
  - à maturité
  - durant la maturation (cinétiques d'évolution)

③ - *Analyses du bois de taille*

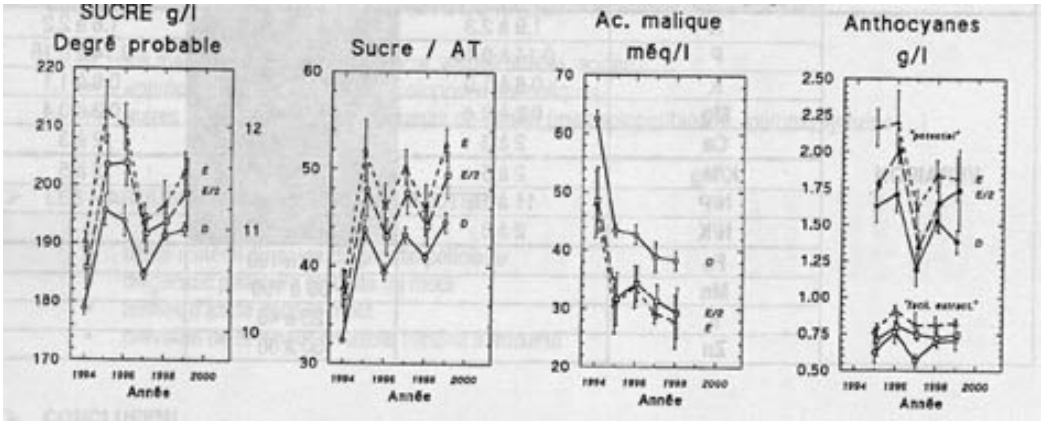
DIAGNOSTIC PETIOLAIRE ET NUTRITION POTASSIQUE

① - Expérimentation en zone AOC Médoc (Lycée Agricole de Bordeaux-Blanquefort), sur cépage Cabernet Sauvignon. Fertilisations annuelles (de 1960 à 1995) : 0, 60, 120 unités K_2O / ha



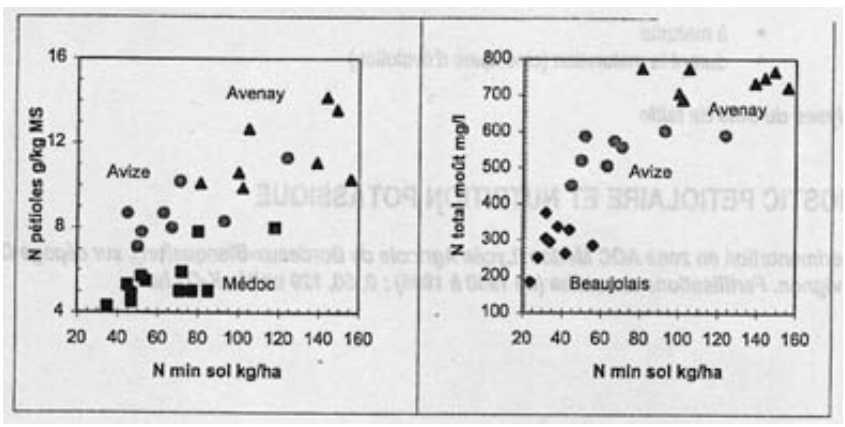
LES ANALYSES DE MOUT ET LA QUALITE DU RAISIN

① - Expérimentation en zone AOC Graves (Domaine INRA de Couhins) sur cépage Merlot. Modes d'entretien du sol : Désherbé, ½ Enherbé, Enherbé



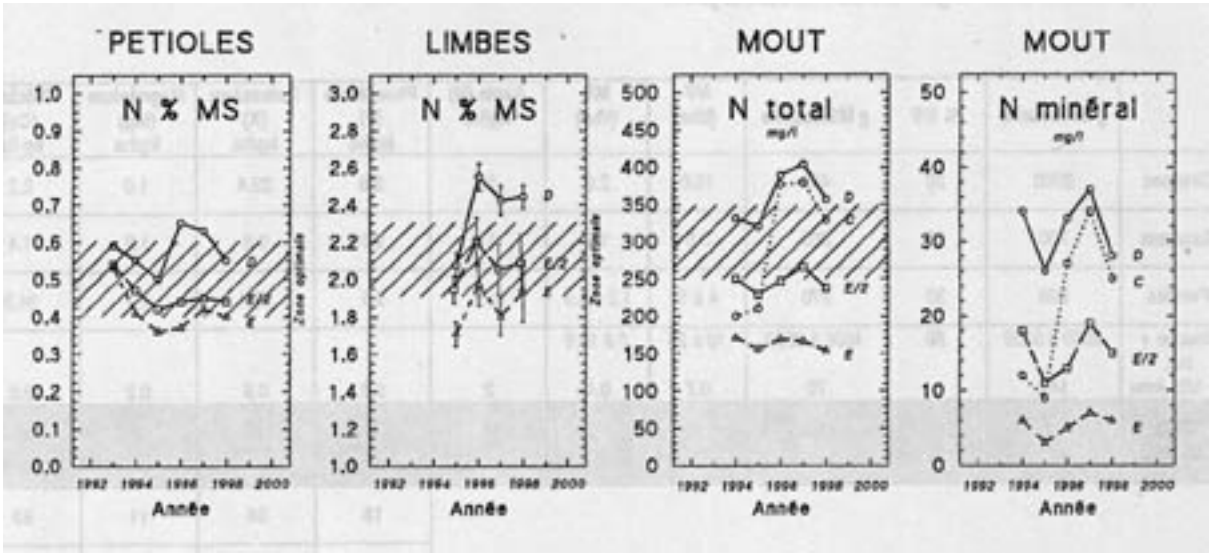
LES MARQUEURS DE LA NUTRITION AZOTEE

① - Réseau d'expérimentations sur la fertilisation azotée (avec BASF)



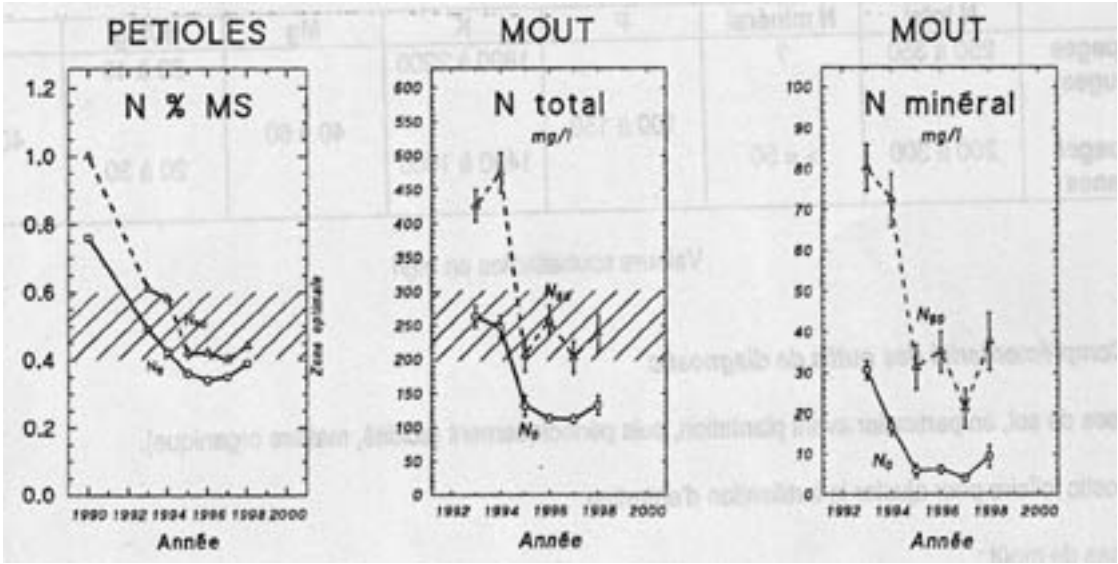
② - Expérimentation en zone AOC Graves (Domaine INRA de Couhins) sur cépage Merlot. Modes d'entretien

du sol : Désherbé, ½ Enherbé, Enherbé



③ - Expérimentation en zone AOC Graves (Domaine INRA de Couhins) sur cépage Sauvignon. Fertilisations

annuelles : 0 à 90 unités N/ha



CONCLUSIONS

① - Les besoins de la vigne en éléments majeurs

	g MF/souche	% MS	g MS/souche	MF (t/ha)	MS (t/ha)	Azote (N) kg/ha	Phosphore (P) kg/ha	Potassium (K) kg/ha	Magnésium (Mg) kg/ha	Calcium (Ca) kg ha
Grappes	2000	20	400	10.0	2.0	13	2.8	22.4	1.0	3.2
Sarments	700	50	350	3.5	1.8	11	2.5	9.8	1.2	1.4
Feuilles	900	30	270	4 à 5	1.2 à 1.5	31	2.1	13.4	4.3	34.3
Souche + rac.	*2000 à 5000*	*50*	*1000 à 2500*	*10 à 25*	*5 à 12.5*					
1/25 ème	140		70	0.7	0.4	2	0.3	0.9	0.2	2.6
TOTAL ANNUEL	**3740**		**1100**	**18.7**	**5.5**	**56**	**8**	**46**	**7**	**41**
							18	**56**	**11**	**58**
							P 205	**K 20**	**Mg 0**	**Ca 0**

ESTIMATION DES BESOINS ANNUELS
Densité de plantation : 5000 souches/ha (1.1 m * 1.8 m) palissage plan (hauteur feuillage = 1.4 m), taille Guyot
Base : 10 t/ha # hl/ha

② - Normes provisoires pour l'interprétation des analyses de moût à maturité

	N total	N minéral	P	K	Mg	K/Mg	Ca
Cépages rouges	250 à 350	?	100 à 150	1800 à 2200	40 à 60	30 à 40	40 à 60
Cépages blancs	200 à 300	> = 50		1400 à 1600		20 à 30	

Valeurs souhaitables en mg/l

③ - Complémentarité des outils de diagnostic

Analyses de sol, en particulier avant plantation, puis périodiquement (acidité, matière organique).

Diagnostic foliaire pour ajuster la fertilisation d'entretien.

Analyses de moût :

- pour déterminer la date de vendange (critères qualitatifs traditionnels)
- pour affiner l'appréciation de la nutrition azotée

Analyses des bois de taille dans certains cas particuliers.

Notes personnelles

Bernard DUZAN – Valérie VILA
EUROPE SOLS – Toulouse

LA METHODE BIO-SAVITAL EN VITICULTURE

Aujourd'hui, les impératifs de la qualité de la vendange imposent un ajustement aussi parfait que possible de la fertilisation. Celle-ci doit intégrer à la fois les exigences relatives aux différents cépages et porte-greffes, les techniques culturales et surtout le caractère des produits que l'on souhaite obtenir.

La méthode BIO-SAVITAL aide à maîtriser cet ajustement :

- en mettant en évidence des comportements spécifiques des cépages et des porte-greffes sur les parcelles
- en anticipant les effets des déséquilibres, des carences et des excès
- en observant en temps réel, les effets du climat capricieux et l'impact des techniques culturales

Cette méthode s'appuie sur 50 ans de recherche fondamentale sur l'analyse des jus de tissus conducteurs (Emmert 1942, Routchenko 1959, Panine (B.R.L.), Garcia et Morard (ENSAT)….

Elle s'enrichit de 50 ans d'expérience de l'équipe agronomique d'Europe Sols et de 5 ans de tests et de références sur la méthode en lien avec le terrain.
Elle est reconnue sur le plan Européen sous le Label Eureka « SAVITAL EU 1520 EUROAGRI ».

SES PRINCIPES SONT LES SUIVANTS :

- prélèvements réguliers de fractions de tissus conducteurs, en relation permanente entre la source d'approvisionnement et les zones d'utilisation des éléments minéraux :

    - dosage des éléments non pas stockés mais réellement dans le flux
    - « photo en direct » (la sève est un indicateur rapide de tout stress ou déséquilibre)

- interprétation rapide des concentrations des principaux macro-éléments

- visualisation graphique de l'évolution des teneurs depuis le début du cycle végétatif jusqu'à la vendange

- résultats indicés en fonction d'un indice biologique SAVITAL qui permet la prise en compte des paramètres externes (notamment climatiques)

- interprétation et conseil à l'appréciation du couple technicien/viticulteur, qui sert à affiner le savoir faire

LES INTERETS DE CETTE METHODE SONT NOMBREUX

Ils sont repris aux travers d'exemples concrets, visualisés durant ce colloque :

1. l'expédition simple des échantillons (tout est fourni)
2. elle intègre les paramètres climatiques vis à vis de l'état azoté notamment
3. cette méthode permet une meilleure connaissance dans l'expression du terroir :

- des études de corrélations entre type de parcelle et qualité des vins de garde, nous ont ainsi permis de démontrer que seules les vignes dont le taux de nitrates étaient faibles avec une bonne et régulière valorisation des nitrates avaient le meilleur équilibre anthocyanes extractibles / tanins
- le niveau en oligo éléments est fortement corrélé avec le type de sol et de sous-sol
- l'excès de manganèse persistant est corrélé avec une mauvaise qualité organoleptique des moûts

4. par rapport aux contraintes environnementales, elle permet du fait de la maîtrise de l'équilibre de la plante de limiter les intrants inutiles, qu'ils soient engrais ou produits phytosanitaires
5. c'est une méthode à caractère prédictif. Ce suivi permet de tester un problème avant même l'apparition des symptômes physiologiques. Il autorise une action rapide sur le végétal en cas par exemple de déficit en azote ou en magnésium temporaire
6. par rapport à l'analyse foliaire qui ne donne qu'une photo de la plante à un instant donné, cette méthode est un système évolutif et dynamique. La notion de suivi permet la vérification permanente de l'adéquation alimentation / équilibre de la vigne aux différents stades physiologiques

Cette méthode est donc un outil très adapté aux préoccupations de la viticulture moderne, conjuguant les règles de la physiologie végétale et de l'agronomie, elle assure une maîtrise permanente du terroir, qui est l'évolution de la vigne par le viticulteur dans son environnement écologique et économique.

Notes personnelles

Guy de Monpezat
Centre d'Etudes, d'Assistance Technique et de Formation (CEDAT)
Roquefort les Pins

LA METHODE CLIMAGRO : LA MAITRISE DE LA QUALITE DE LA VENDANGE PAR LE CEDAT

Un raisin sec de petit diamètre, riche en sucres, en tanins et arômes primaires est le résultat complexe de deux cycles physiologiques annuels de la vigne, sous l'influence de deux années climatiques dans le cadre d'une relation sol/plante spécifique.

Dans ce contexte l'action de l'homme s'est d'abord orientée vers l'obtention de raisins sains.

C'est surtout durant ces vingt dernières années que la connaissance du fonctionnement du complexe sol/plante/climat a permis de mettre en œuvre des méthodes de diagnostic et d'intervention, afin d'améliorer la qualité de vendanges saines.

La méthode Climagro mise au point et appliquée par le CEDAT prend en compte les paramètres déterminants de la qualité, dans un vignoble défini, et met en œuvre les méthodes culturales adaptées à son amélioration. Dans le cas ou la qualité est maîtrisée, cette méthode permet d'identifier précocement les caractéristiques du millésime, et de pouvoir dans une certaine mesure en atténuer les effets néfastes éventuels.

I – EXERCICES D'AMELIORATION DE LA QUALITE

La première action efficace qui a permis une amélioration de la qualité, a été la réduction des rendements grâce à l'utilisation concertée de tous les moyens. Il est donc normal aujourd'hui d'avoir à étudier des situations non anecdotiques de vignes dont il est indispensable de faire remonter le rendement et la qualité, tout en restant dans le cadre légal.

1.1 – Exemple n°1 : AMELIORATION DU RENDEMENT

- ***Grenache : Côte du Rhône Village*** sur paléosol érodé du miocène détritique alpin peu calcaire. Vigne en gobelet, désherbée sur le cavaillon, greffée sur Rupestris du Lot. Bon état sanitaire

Historique

- Production forte de 1965 à 1985
- Réduction de la production à partir de 1990 qui se stabilise à 20 – 30 hl en 1995
- L'expression végétative est faible, les entre-nœuds sont courts, les feuilles et les grappes de petite taille
- L'analyse foliaire est normale, l'analyse du sol également
- Une recherche nématologique indique une pullulation de nématodes phytophages, mais l'absence de xiphinéma index

Diagnostic Climagro

- Teneur en fer anormalement basse en 95 et 96 dans les limbes, pour ce type de sol (80 à 90 ppm)
- Teneur anormalement élevée en Phosphore aux même époques (0.40 % MS)
- L'analyse des racines de faibles diamètres indique une rétention du fer (793 ppm pour un intervalle normal de 100 à 200 ppm), et une très faible teneur en azote (0.77 % MS pour un intervalle normal de 1.5 à 2)
- Le dosage des nitrates dans le sol au moment du maximum de nitritication est très faible (1.1 à 1.3 ppm de N pour un intervalle normal de 16 à 30 dans ce type de situation pedo-climatique)
- La biomasse microbienne est faible (65 µg de C microbien/g de terre sèche) et son activité enzymatique insuffisante (0.10 unité de ref)

Conclusion

L'alimentation minérale de la vigne n'est plus assurée, l'activité biologique du sol est en forte régression par manque d'azote, les racines stressées stockent le fer et l'expression végétative de la vigne diminue.

La remise en fonctionnement du complexe sol/plante est passée par une fertilisation de fin d'hiver avec du phosphate d'ammoniaque pendant deux ans, et après vérification du fonctionnement normal du sol, ajustement de la fertilisation aux besoins spécifiques exprimés par la plante, en particulier difficulté de l'assimilation potassique et déficience en zinc.

1.2 – Exemple n°2 : BLOCAGE DE MATURATION

- ***Grenache : Côte de Provence*** sur colluvion graveleux profond reposant sur une dalle calcaire disloquée à 70 cm de profondeur. Vigne sur Richter 110, palissée, travaillée profondément, bon état sanitaire

Historique

- Production satisfaisante en quantité, mais maturation insuffisante pour du Grenache, aussi bien en sucre qu'en couleur
- Les analyses de sol et foliaires indiquent des niveaux faibles en K et Mg, mais la vigne ne réagit pas aux fumures potassiques
- L'expression végétative est très satisfaisante jusqu'à la nouaison, puis le feuillage se dessèche partiellement, et extériorise la carence magnésienne. La présence de précipitations et des essais d'irrigation n'améliorent pas la situation

Diagnostic Climagro

- Les racines se développent en totalité dans la couche 25-50 cm, mais ne prospectent pas le sous-sol constitué d'éclats calcaires disloqués. Les réserves en eau sont très faibles : la capacité de rétention est inférieure à 10 % et la RFU (réserve facilement utilisable) sur 60 cm est de 12 mm de hauteur d'eau

En raison de l'absence de racines dans le sous-sol, l'alimentation hydrique n'est pas assurée. Il convient donc d'augmenter le volume de terre prospectable vers la surface, en réduisant la profondeur travaillée au strict minimum pour l'entretien de la surface, et en favorisant le développement racinaire par des apports d'amendements organiques à lente minéralisation.

Un programme de fertilisation foliaire avec K et Mg doit aider la vigne a améliorer sa gestion de l'eau. L'introduction du phosphore en fin d'hiver dans le programme de fumure a pour but d'améliorer, d'une part l'interface sol/racine et d'autre part, l'expression végétative de la vigne tout au long du cycle. La situation nutritionnelle à la floraison 99 illustre bien le déséquilibre minéral au niveau des bivalents en relation avec le stress hydrique (voir figure n°1 en annexe).

II – GESTION DU MILLESIME

Une des composantes du millésime est représentée par les conditions de l'approvisionnement minéral des organes aériens, à partir, d'une part, de la mobilisation des réserves constituées l'année précédente et d'autre part de l'absorption racinaire durant l'année en cours. Les conditions pédoclimatiques durant la période allant du mois d'août précédent au mois de juin en cours sont déterminantes.

2.1 – METHODE

Des enquêtes portant sur plus de 10.000 parcelles durant plus de vingt ans dans le secteur des Côtes du Rhône jusqu'à la Méditerranée, ont permis d'isoler des indicateurs facilement identifiables en relation avec la qualité du raisin.

Les indicateurs actuellement retenus sont tous issus de l'analyse foliaire au début de la floraison. Ils sont au nombre de cinq :

- **Le phosphore** : il varie dans le même sens que l'activité biologique du sol au printemps. Il renseigne d'une part, sur le potentiel de l'activité du système racinaire, et d'autre part, sur celui de l'expression végétative de la vigne
- **Les cations bivalents calcium et magnésium** : ils sont en relation avec l'influence de l'état hydrique du sol sur l'activité physiologique de la plante
- **Le potassium** : c'est le rapport K/Mg qui constitue le facteur permettant d'appréhender les conditions de maturation suivant les contraintes climatiques de l'été
- **Le zinc** : ses variations annuelles sont corrélées avec l'aptitude à fournir des vins charpentés

La connaissance précoce de ces indicateurs permet d'agir à deux niveaux :

- niveau d'intervention agronomique par des traitements foliaires appropriés, il est possible d'atténuer des effets nocifs du millésime
- niveau œnologique : la connaissance de certains caractéristiques de la vendange permet d'adapter les procédés œnologiques de façon à améliorer la typicité du vin produit

L'analyse d'une vigne menée en culture biologique permet d'identifier le millésime avec une bonne image par rapport aux critères choisis (voir figure n°2 en annexe).

Le millésime 99, en Vallée du Rhône et zone méridionale se caractérise par un faible niveau de zinc, et un fort niveau de phosphore liés à la forte activité biologique du sol au printemps. Les autres indicateurs sont moyens cette année.

2.2 – Exemples 1 : NUTRITION MAITRISEE

Les deux exemples proposés illustrent l'un une simulation parfaitement maîtrisée, l'autre l'intérêt d'un diagnostic précoce permettant l'année même, une amélioration par voie foliaire.

- ***Grenache : Châteauneuf du Pape*** sur sol lessivé, fersialitique, d'alluvions anciennes du quaternaire, peu calcaire. Vigne en gobelet en non culture chimique, bon état sanitaire

Historique

- En raison de la permanence du désherbage chimique total, un suivi particulier de la biomasse microbienne, de son activité, et du rapport entre le carbone total et le carbone microbien est effectué tous les cinq ans, afin de maintenir le niveau biologique à un seuil minimum, mais sans risque pour l'évolution du sol, soit :

- activité spécifique :	0.15 à 0.20 unités de réf
- biomasse microbienne :	150 µg de C microbien/g de terre
- rapport C microbien/C Total :	2

Les corrections se font à l'aide d'amendement organique, de phosphore, etc… L'analyse foliaire et le programme Climagro permettent de coordonner les apports de K et Mg au sol et en foliaire, et les apports en foliaire seulement de N, K, Mg et Zinc. La figure n°3 (en annexe) illustre en comparaison avec le standard du millésime de la figure n°2, la parfaite maîtrise de la nutrition de la vigne.

2.3 – Exemple 2 : NECESSITE D'INTERVENTION FOLIAIRE

- ***Muscat – Beaume de Venise :*** Muscat AOC sur grès calcaire, palissé, sensible à la chlorose, bon état sanitaire

Historique

L'obtention de la limite légale du rendement du Muscat pour l'AOC Beaume de Venise ne présente aucune difficulté agronomique. Cependant, ce cépage a des besoins alimentaires élevés, et l'obtention d'un fort taux de sucres nécessite une expression végétative importante. La fertilisation de ce cépage exige une fumure adaptée et copieuse en général. La nécessité d'assurer une nutrition équilibrée à la vigne valorise la recherche d'information analytique.

L'analyse foliaire, dans le cadre de l'interprétation Climagro à la floraison, permet d'intervenir judicieusement l'année même pour corriger des imperfections liées au millésime. La figure n° 4 (en annexe) montre qu'en 99, début mai, dans une situation bien maîtrisée, le Zinc joue le rôle de facteur limitant de la qualité. Un programme de fertilisation foliaire adapté permet de lisser cet inconvénient lié à l'année et non porteur de typicité qualitative.

III – SUPPORT ANALYTIQUE DE LA METHODE CLIMAGRO

En plus des analyses physico-chimiques des sols et des analyses de limbes qui permettent le suivi de la nutrition de la vigne, l'activité biologique du sol et des racines est appréhendée selon les directions suivantes :

- ***Bilan biologique des substrats et des sols :***

  - caractérisation de la matière organique à partir du dosage du carbone et de l'azote dans les trois compartiments granulométriques :

    - 0 à 50 microns
    - 50 à 200 microns
    - 200 à 2000 microns

selon la méthode GAVANELLI – 1995.

  - caractérisation des amendements organiques par le fractionnement des trois formes de la matière organique du produit selon la méthode ROBIN – 1987

- ***Activité biologique des sols :***

  - mesure de la biomasse microbienne par la méthode d'incubation de VANCE-JENKINSON – 1987
  - mesure de l'indice d'activité biologique par le dosage de FDA hydrolase selon la méthode SCHURER-ROSWALL – 1982
  - suivi de la nitrification dans le sol par le dosage périodique des nitrates par extraction saline et colorimétrie de GRIESS

- ***Activité biologique racinaire :***

  - le dosage des sucres solubles et de l'amidon dans les racines de plantes pérennes, selon la méthode INRA-CRF de CILAMPENOUX renseigne sur l'aptitude racinaire à la reprise et sur la présence de stress ralentissant l'activité racinaire

Guy de Monpezat
Centre d'Etudes, d'Assistance Technique et de Formation (CEDAT)
Roquefort les Pins

LA METHODE CLIMAGRO :
LA MAITRISE DE LA QUALITE DE LA VENDANGE PAR LE CEDAT

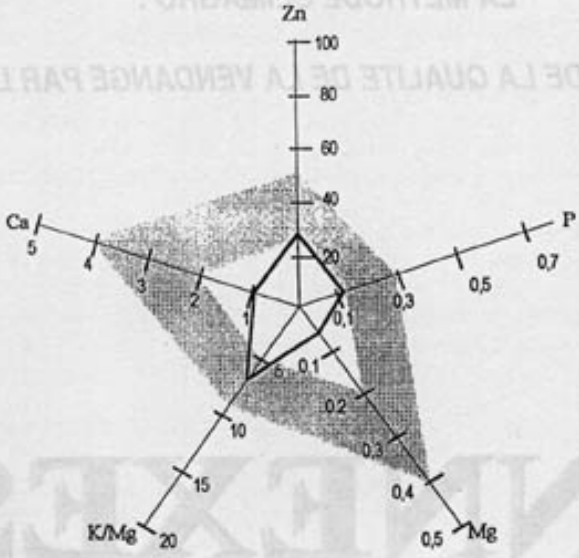
ANNEXES

CENTRE D'ÉTUDES, D'ASSISTANCE TECHNIQUE ET DE FORMATION

MAITRISE DE LA QUALITE
EQUILIBRE NUTRITIONNEL

FIG. 1 BLOCAGE DE MATURATION

SITUATION NUTRITIONNELLE
d'après les résultats de l'analyse foliaire de la floraison



zone d'équilibre optimal

équilibre observé

INTERVENTION A PREVOIR

Les faibles niveaux foliaires en cations bivalents calcium et magnésium illustrent la permanence du déficit hydrique induisant un stress racinaire au niveau de l'absorption.

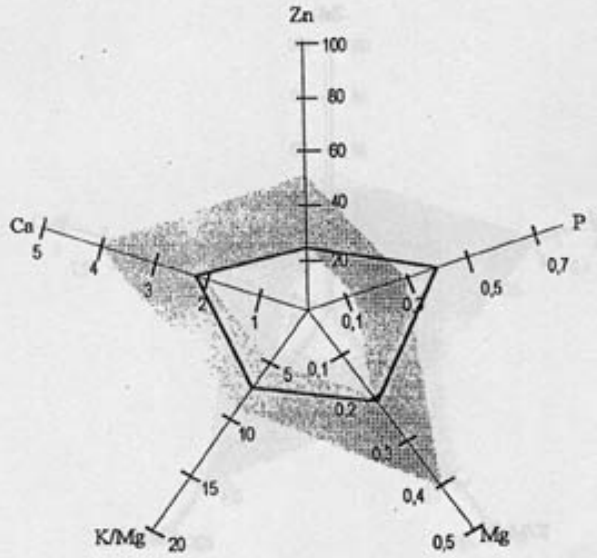
CENTRE D'ÉTUDES, D'ASSISTANCE TECHNIQUE ET DE FORMATION

CEDAT

MAITRISE DE LA QUALITE
EQUILIBRE NUTRITIONNEL

FIG. 2 CARACTERISATION DU MILLESIME 1999

SITUATION NUTRITIONNELLE
d'après les résultats de l'analyse foliaire de la floraison



zone d'équilibre optimal

équilibre observé

INTERVENTION A PREVOIR

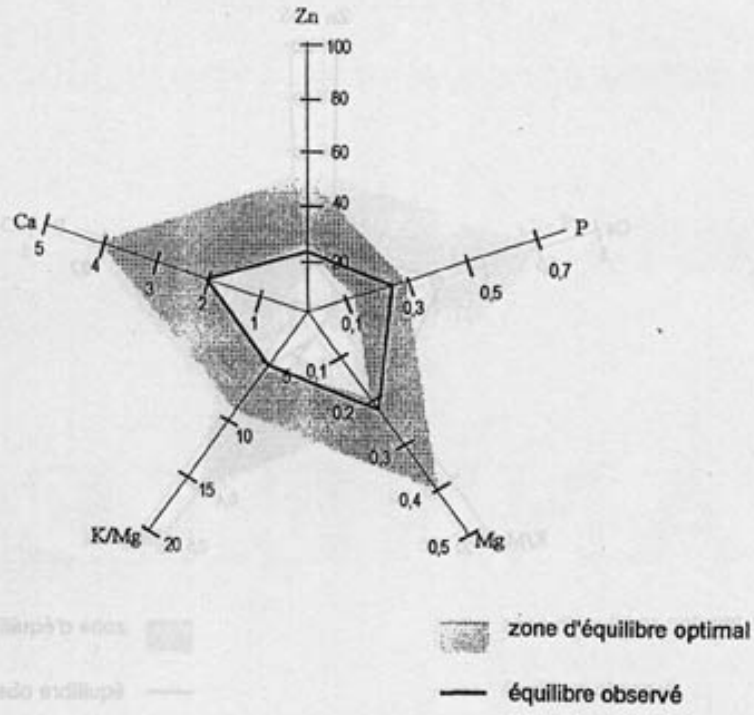
La situation nutritionelle de la vigne cultivée selon le cahier des charges de l'agriculture biologique reflète parfaitement les tendances du millésime en cours.

CENTRE D'ÉTUDES, D'ASSISTANCE TECHNIQUE ET DE FORMATION

MAITRISE DE LA QUALITE
EQUILIBRE NUTRITIONNEL

FIG. 3 EXEMPLE N° 1
NUTRITION MAITRISEE

SITUATION NUTRITIONNELLE
d'après les résultats de l'analyse foliaire de la floraison



INTERVENTION A PREVOIR

Malgré un effet du millésime très favorable au phosphore l'équilibre obtenu à la floraison est satisfaisant.

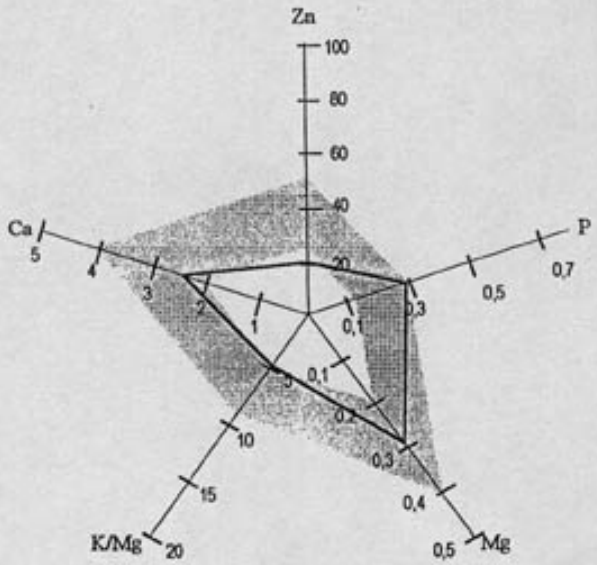
CENTRE D'ÉTUDES, D'ASSISTANCE TECHNIQUE ET DE FORMATION

CEDAT

MAITRISE DE LA QUALITE
EQUILIBRE NUTRITIONNEL

FIG. 4 EXEMPLE N° 2
NECESSITE D'INTERVENTION FOLIAIRE

SITUATION NUTRITIONNELLE
d'après les résultats de l'analyse foliaire de la floraison



zone d'équilibre optimal

équilibre observé

INTERVENTION A PREVOIR

La déficience en zinc d'origine conjoncturelle peut être atténuée par une fertilisation foliaire en association avec l'azote et le magnésium pour utiliser les mécanismes synergiques.