

## **CARTES THÉMATIQUES: APPLICATIONS AU VIGNOBLE CHAMPENOIS**

**LAURENT PANIGAI, ANNE-FRANCE DOLÉDEC,  
DOMINIQUE MONCOMBLE**

Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne  
5, Rue Henri-Martin, 51200 EPERNAY, FRANCE

Quel est l'intérêt des cartes en viticulture? Celles-ci répondent à plusieurs usages.

- Formalisation au sein d'un référentiel codifié et normalisé de la connaissance relative au milieu, aux observations biologiques et aux pratiques culturales.
- Visualisation de la variabilité dans l'espace et dans le temps d'une information territoriale.
- Pilotage de stratégies d'exploitation ou de filière en intégrant les différentes facettes de la diversité du territoire.

La restitution cartographique des savoirs viticoles apparaît désormais comme un enjeu majeur pour développer une viticulture intégrée compatible avec les exigences de la préservation de l'environnement (DOLÉDEC et al., 1996) (LAVILLE, 1993). Cette perspective est aujourd'hui une réalité accessible grâce aux outils informatiques de traitement de l'informatique géographique : les SIG (Système d'Information Géographique).

### **I - CONSTITUTION DE BANQUES DE DONNÉES (BD)**

Pour répondre à ces objectifs, le CIVC a mis en place un programme à très long terme de caractérisation et de valorisation du vignoble champenois, intitulé zonage de la Champagne. Ce travail est pour partie articulé dans sa première phase sur la constitution d'une Banque de Données informatisée. Celle-ci intègre pour le milieu les principaux facteurs de situation et paramètres de fonctionnement. Pour les facteurs biologiques et techniques, des variables de fonctionnement sont également collectées au sein de la BD. Les 35 000 ha de l'appellation Champagne sont pris en compte.

#### **1. Variables de situation**

Les composantes suivantes sont renseignées:

- Géologie** Cartes géologiques à 1/50 000 du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). L'informatisation a été effectuée sous la forme de données lithologiques.
- Pédologie** Lever de cartes pédologiques à 1/25 000. L'informatisation de ces données, actuellement en cours, sera achevée en 1999.

**Morphologie** Modèle Numérique de Terrain (MNT) à la maille de 50 m de l'Institut Géographique National (IGN). Les données renseignées sous forme raster concernent l'altitude, la pente, l'exposition et l'insolation théorique.

**Climatologie** Réseau de 36 stations climatologiques automatiques réparties dans le vignoble et le périmètre proche.

## 2. Variables et paramètres de fonctionnement - Données biologiques

La description et la caractérisation du fonctionnement du milieu et de la vigne sont intégrées dans la BD à partir de sources d'information complémentaires.

- Résultats de réseaux expérimentaux. Exemple : suivi de la maturation sur un réseau de 415 parcelles réparties sur tout le vignoble.
- Observations des viticulteurs. Exemple : intensité communale annuelle des principaux ennemis et maladies relevées en fin de campagne.

## II - MÉTHODE GÉNÉRALE DE RÉALISATION DES CARTES THÉMATIQUES

Deux types de cartes sont réalisés. Il s'agit d'une part, de cartes de description des informations de base issues de la BD. Exemple : carte des pentes. D'autre part, de cartes dites thématiques qui sont issues de modélisation à partir des données de la BD et de l'étude des processus. Exemple : carte de l'érosion. La méthode générale est la suivante:

- 1 - Etude pluriannuelle et/ou plurilocale sur secteurs de référence.
- 2 - Identification des variables pertinentes.
- 3 - Construction d'un modèle.
- 4 - Réalisation de cartes thématiques à partir de SIG.
- 5 - Confrontation des cartes thématiques modélisées aux données observées sur le terrain sur des sites pilotes. Retour à l'étape 3, si la robustesse du modèle n'apparaît pas suffisante, sinon étape 6.
- 6 - Généralisation, à l'ensemble de l'AOC (35 000 ha).

## III - APPLICATIONS AUX PORTE-GREFFES ET À L'ENHERBEMENT

Les deux cartographies sont actuellement en cours de réalisation à l'échelle de 1/25 000.

Elles font appel essentiellement à des données de lithologie, de pédologie (BD en cours de constitution) et de topographie.

Les données de climatologie ne sont pas directement prises en compte à cette échelle de 1/25 000 mais à un niveau plus global.

### 1. Porte-greffe

Le porte-greffe dominant du vignoble champenois est le 41B (78% de la surface). L'objectif de la cartographie porte-greffe est de susciter le questionnement des viticulteurs sur le choix des porte-greffes alternatifs, comme le 3309C considéré comme ayant un potentiel qualitatif élevé (CARBONNEAU et DELAS, 1992).

#### - Les données

. concernant le milieu naturel

### **\* les cartes des sols (Aisne, Aube, Marne)**

Les données sont la texture et le taux de calcaire total sur les horizons 0-25, 25-50 et au delà de 50 cm, la nature et la profondeur du substrat, la présence et la profondeur des taches d'hydromorphie.

### **\* le Modèle Numérique de Terrain**

. *concernant le comportement des porte-greffes*

Cette phase de récolte de l'information s'appuie sur la connaissance des viticulteurs vis-à-vis des porte-greffes. Au cours des deux années de l'étude, 18 communes ont été ainsi prospectées.

. *Autres sources*

Les autres sources de données sont fournies par le logiciel Vitisol, logiciel d'interprétation des analyses de sol, et par les résultats des essais porte-greffes du CIVC (6 parcelles) (PERRAUD, 1990)

### **- Démarche proposée**

. *Définition des règles d'adaptation*

### **\* Identification et caractérisation des problèmes rencontrés sur les porte-greffes**

Cette première phase de la démarche est réalisée à partir des données bibliographiques et de la connaissance des viticulteurs rencontrés dans les communes enquêtées.

### **\* Recherche des facteurs discriminants**

La seconde phase consiste à traiter statistiquement le résultat du croisement de l'ensemble des informations contenues dans les sources de données (carte des sols, cartes empirique d'adaptation des porte-greffes et MNT). Cette phase est effectuée sur le logiciel SIG Géoconcept.

#### **+ Définition des variables**

La phase préliminaire au traitement statistique est la définition des variables. Le comportement du porte-greffe est la variable que l'on cherche à expliquer. Les données à partir desquelles on cherche à expliquer le comportement du porte-greffe sont : texture et teneur en calcaire total de 0 à 25 cm, 25 à 50 cm et au-delà de 50 cm de profondeur, la nature du substrat et la fréquence d'hydromorphie.

#### **+ Traitements statistiques**

Le principe est de comparer les effectifs de porte-greffes adaptés et non adaptés dans chacune des modalités de toutes les variables explicatives. Un test du Khi-2 permet de savoir si la répartition de ces individus est aléatoire ou non pour chaque variable.

### **\* Vérification de la cohérence des résultats obtenus par rapport aux données bibliographiques**

La vérification se fait à différents niveaux. Les viticulteurs possédant les parcelles sur lesquelles les comportements des porte-greffes semblent incohérents sont recontactés. Ceux-ci nous apportent alors des renseignements complémentaires sur le porte-greffe en question ou sur les aménagements spécifiques de la parcelle qui pourraient avoir modifié les propriétés des sols. La vérification peut également se faire sur la carte des sols en se rapportant aux fiches renseignées lors des prospections à la tarière. Sur certaines unités pédologiques les sondages à la tarière présentent des résultats hétérogènes. Il faut alors considérer certaines " erreurs " comme une imprécision de la carte des sols.

. *Validation des règles d'adaptation*

Cette phase de l'étude est d'autant plus importante qu'il s'agit de la dernière avant celle de

diffusion des résultats aux viticulteurs. L'objectif est de vérifier la robustesse des ensembles de règles d'adaptation dans des conditions différentes de celles ayant servies à leur élaboration.

La démarche consiste à comparer la carte obtenue par l'application des règles d'adaptation avec celle renseignée par les viticulteurs quant au comportement du porte-greffe étudié sur la commune choisie. Sur chaque parcelle cadastrale, les fiches d'encépagement nous permettent de connaître, entre autres informations, le nom du propriétaire et le porte-greffe. Il est alors possible de contacter tous les viticulteurs qui possèdent au moins une parcelle plantée avec le porte-greffe étudié. Comme pour la phase de définition des ensembles de règles d'adaptation, ce sont les connaissances des viticulteurs qui sont la source de l'information relative au comportement de la vigne.

Si les dissemblances constatées entre les deux cartes sont inférieures à 10% de la surface du vignoble communal, l'ensemble de règles d'adaptation est accepté sur la commune de validation. Dans le cas contraire, une modification de la base de données initiale est nécessaire pour prendre en compte les informations apportées par la nouvelle commune enquêtée.

- Premiers résultats: cas du 3309C

L'ensemble des étapes de la démarche de l'élaboration et de la validation des ensembles de règles d'adaptation, a été appliqué sur le 3309C.

Parmi les parcelles enquêtées, 131 étaient plantées en 3309C soit 272 ha.

L'identification du problème majeur rencontré par les viticulteurs pour le 3309C concerne la chlorose. La règle de décision à établir pour conseiller ce porte-greffe porte donc sur la faculté du milieu naturel à favoriser les symptômes de chlorose.

. *Traitements statistiques*

La variable substrat apparaît comme étant celle qui discrimine le mieux les individus adaptés de ceux qui chlorosent. Conformément à l'objectif assigné au programme "zonage porte-greffe", chacun des substrats doit être caractérisé par le comportement observé du porte-greffe. Trois classes de comportement ont été retenues:

- \* adapté : plus de 90 % des mailles où le porte-greffe est considéré comme adapté ;
- \* inadapté : plus de 90 % des mailles où il existe des cas de chlorose sur le substrat considéré;
- \* adaptation incertaine:
  - moins de 90 % des mailles adaptées ou non adaptées ;
  - substrat comportant moins de 15 mailles ;
  - substrat existant en Champagne mais non présent dans la base de données.

Remarque: Le seuil de 10 % a été fixé arbitrairement et pourra être modulé ultérieurement.

. *Vérification sur la commune de Boursault*

Les données recueillies sur la commune de Boursault ont servi à établir la règle de décision. On vérifie ici, par enquête auprès des viticulteurs, que les règles de décisions ont bien respecté les données initiales.

La concordance entre le comportement prédit sur la carte et le comportement observé par les viticulteurs est pratiquement de 100 %.

. *Validation des règles d'adaptation du 3309C*

La phase de validation des règles du comportement du 3309C a été réalisée sur la commune de Saint-Thierry. En affinant la règle de décision, la concordance entre la carte de prédiction et celle de l'observation du comportement du porte-greffe 3309C atteint 95 %.

### - Conclusion provisoire

Les résultats de sa mise en application sur le porte-greffe 3309C sont encourageants. L'expérience des viticulteurs a été utilisée à deux niveaux. Tout d'abord, elle nous a permis d'identifier la principale cause de non adaptation du 3309C au milieu naturel champenois, à savoir la chlorose. Ensuite, elle a servi à localiser les parcelles greffées sur 3309C et à connaître le comportement de ce porte-greffe sur chacune d'entre elles. La carte des sols et le Modèle Numérique de Terrain ont fourni les caractéristiques pédologiques et géomorphologiques de ces parcelles. Le traitement statistique de ces croisements nous a permis d'isoler les conditions du milieu dans lesquelles ce porte-greffe est adapté et celles dans lesquelles il chlorose. Ces résultats ont permis de réaffirmer la sensibilité de ce porte-greffe aux sols riches en carbonates comme les sols développés sur craie ou sur marne. Par contre, ils ont relativisé la sensibilité qu'il pouvait exprimer vis-à-vis des terres trop lourdes. A travers ce travail, nous avons confirmé la prédominance des carbonates dans les cas de chlorose du 3309C par rapport aux autres caractéristiques du milieu comme l'humidité du sol.

La cohérence des résultats obtenus valide les deux hypothèses initiales, au moins sur le porte-greffe 3309C:

- \* l'influence du terroir sur le comportement de la vigne peut se caractériser à partir des données pédologiques et géomorphologiques;
- \* le savoir empirique des viticulteurs peut servir de fondement à la connaissance du comportement des porte-greffes.

Cependant, dans certaines situations, les relations entre le milieu naturel et le fonctionnement de la vigne demeurent inconnues. Une amélioration des connaissances dans ce domaine permettrait d'affiner les règles de prédiction du comportement des porte-greffes aux terroirs.

## **2. Enherbement**

L'enherbement en Champagne est actuellement pratiqué de manière très marginale sur le vignoble champenois. L'intérêt principal de cette technique d'entretien des sols est de lutter efficacement contre l'érosion.

L'objectif de la cartographie est d'identifier les contraintes du milieu et les zones favorables à l'enherbement.

### - les sources de données

#### **\* concernant le milieu naturel : la carte des sols**

Les **données utilisées** dans les cartes des sols sont :

- la texture sur les horizons 0-25, 25-50 et au-delà de 50 cm
- la nature et la profondeur du substrat
- la présence de contraintes éventuelles.

#### **\* concernant le comportement de parcelles enherbées**

+ Le réseau de couples de parcelles enherbées/témoin

Suite à une enquête, un réseau de 18 couples de parcelles enherbées/témoin a été localisé dans le vignoble en 1997.

Chacune des parcelles (enherbées comme témoin) a fait l'objet d'une description pédologique et d'une analyse de sol. Des zones d'observations du comportement de la vigne ont été définies. A partir de 1997, les viticulteurs reçoivent un questionnaire à compléter : il permet de renseigner le comportement de la vigne enherbée (observé sur la zone définie) par rapport à celui du

témoin (lui aussi observé sur la zone définie). A travers ce couplage questionnaire/analyse de sol, l'objectif est d'identifier les parcelles qui ont un comportement extrême et de relier ce dernier à des caractéristiques du milieu.

+ Le réseau expérimental CIVC

Des observations du comportement de la vigne sont disponibles sur 6 parcelles expérimentales suivies par le CIVC (DESCOTES et al., 1995).

- la démarche proposée

**\* Paramètres pris en compte pour établir une clé de décision**

L'azote et l'eau constituent les deux principaux éléments à étudier pour estimer la concurrence causée par l'enherbement. Nous mettons volontairement **de côté les aspects azotés** dans la mesure où il est possible d'effectuer des apports en cas de carence. En revanche, l'eau demeure un problème entier puisque l'irrigation est interdite.

Pour évaluer la quantité d'eau disponible pour la plante, il faut déterminer:

- la profondeur limite exploitable par les racines
- le stock d'eau disponible.

La connaissance de la profondeur d'enracinement n'est pas sans poser de problème. Il est possible de l'évaluer en examinant les **obstacles à l'enracinement**. Cet obstacle peut être de nature chimique, mécanique ou hydrique. Une forte différenciation texturale entre deux horizons successifs peut aussi constituer un obstacle au développement racinaire.

La **réserve utile** permet d'estimer le réservoir d'eau disponible pour la plante.

Pour une évaluation plus pertinente de la RU il conviendrait de prendre en compte les remontées capillaires. Se pose alors le problème de quantifier ces remontées ; à notre connaissance, aucune information n'est disponible sur le sujet.

Pour établir une clé de décision permettant de déterminer des zones favorables à l'enherbement, les variables retenues sont:

- **l'existence d'une contrainte et sa profondeur d'apparition** afin de renseigner sur la profondeur d'enracinement de la vigne.

Quatre types de contraintes à l'enracinement sont pris en compte (blocage caillouteux, résistance à la pénétration des racines, différenciation texturale, hydromorphie à faible profondeur), avec deux niveaux (aucune contrainte ou contrainte forte).

Selon sa profondeur d'apparition, la contrainte n'a pas le même impact. Ainsi, un blocage caillouteux intervenant à faible profondeur sera beaucoup plus contraignant que s'il intervenait à plus grande profondeur. Aussi trois profondeurs de sol ont été définies en s'appuyant sur les limites définies par POUGET et DELAS pour la vigne (< 40 cm, 50-80 cm, > 90 cm).

- **le substrat et sa profondeur d'apparition**. Deux types de substrat sont distingués:
  - ceux avec fortes remontées capillaires: craie,
  - ceux sans remontée capillaire très importante : les autres substrats.
- **la texture et l'épaisseur des différents horizons**. Ces données nous permettront d'estimer la RU.

Nous savons qu'une vigne enherbée consomme 500 mm d'eau en conditions non limitantes sur la période végétative (du 1.04 au 31.09). En admettant que la pluviométrie moyenne sur la période correspondante soit de 315 mm (moyenne 1961-1990 sur Reims), nous en déduisons que la RU doit être d'au moins 185 mm. A partir de là, nous avons défini trois niveaux de réserve utile:

- faible : < 90 mm. Cela correspond à une alimentation en eau de la vigne de 0.5ETP,
- moyenne : 100-150 mm,
- forte : > 160 mm.

**\* La clé de décision proprement dite**

Le croisement de ces informations aboutit à la définition de trois grands types de zone:

- les zones de type A où l'enherbement est possible sans précaution particulière
- les zones de type B où l'enherbement est conseillé avec prudence
- les zones de type C où l'enherbement est déconseillé.

Dans le premier cas, les réserves en eau sont jugées suffisantes pour permettre une alimentation en eau de la vigne satisfaisante. Dans les zones B, la concurrence pour l'eau est moins forte mais elle existe ; l'enherbement est possible avec des aménagements (ex. : choix d'une espèce peu concurrente, enherbement un rang sur deux). Enfin, dans le dernier cas, la concurrence hydrique est jugée trop forte.

A l'intérieur de chaque zone, nous avons différencié plusieurs cas en fonction de la nature de la contrainte (tab. 1). Pour les contraintes liées à l'hydromorphie à faible profondeur, aucune référence ne nous permet de classer les zones en A, B ou C.

-Résultats (voir tableau ci-après)

**\* Validation de la clé de décision**

Il s'agit de valider:

- d'une part, les **critères choisis**,
- d'autre part, les **classes effectuées**.

Trois **sources données pour valider** cette clé de décision sont disponibles : l'expérience des autres vignobles, le réseau de parcelles enherbées et les essais CIVC.

- Expérience des autres vignobles

L'expérience des autres vignobles tend à faire penser que les critères retenus (réserve utile, profondeur du sol et contraintes à l'enracinement) sont pertinents pour estimer l'aptitude d'un sol à être enherbé (CARSOULLE, 1996 ; MORLAT, 1989 ; RIOU et MORLAT, 1995 ; SOYER et al., 1984).

**\* Validation à partir des essais enherbement du CIVC**

Trois des cinq sites sont localisés sur des sites où l'enherbement est possible avec ou sans précaution particulière. Le suivi de différents paramètres viti-vinicole ainsi que les dégustations ne montrent aucun problème majeur. Cela constitue une première validation.

En revanche, deux sites sont classés en zone a priori défavorable. En fait, ces sites sont dans cette catégorie en raison d'une contrainte de type blocage caillouteux intervenant entre 50-80 cm et d'une RU moyenne. Dans la mesure où aucun comportement anormal n'a été détecté, nous pouvons penser que la limite de profondeur d'apparition est peut être trop restrictive. Cela demande à être confirmé par d'autres observations.

Tableau 1: Proposition d'une clé de décision à l'enherbement

	Substrat	Contraintes à l'enracinement	Profondeur d'apparition du substrat ou de la contrainte	Ru faible (<90 mm)	Ru moy (100-150 mm)	Ru forte (>160 mm)
<b>Aucune contrainte à l'enracinement</b>	Sans remontée capillaire (autre que la craie)	aucune	quelconque	C	B	A
			Avec remontée capillaire (craie)	aucune	< 40 cm	B
				50-80 cm	B	A
			>90 cm	B	A	A
<b>Forte contrainte à l'enracinement</b>	1- blocage caillouteux		< 40 cm	C	X	X
			50-80 cm	C	C	B
			>90 cm	C	B	A
	2- différenciation texturale		< 40 cm	C	X	X
			50-80 cm	C	C	B
			>90 cm	C	B	A
	3- résistance à la pénétration		< 40 cm	C	X	X
			50-80 cm	C	C	B
			>90 cm	C	B	A

A : Enherbement possible sans précaution particulière.

B : Enherbement possible avec précaution.

C : Enherbement déconseillé.

X : situation impossible (RU trop importante par rapport à l'épaisseur de sol)



### \* Validation à partir des essais enherbement du CIVC

De la même façon que pour les essais CIVC, nous avons réparti les parcelles enherbées dans les différentes catégories de la clé. Nous avons utilisé les 32 parcelles dont nous avons une analyse de sol et un profil pédologique. Ces deux éléments nous fournissent les informations nécessaires pour classer les parcelles.

En comparant le classement théorique grâce à la clé de décision préalablement établie, avec l'avis des viticulteurs, il apparaît que :

- l'importance de la profondeur d'apparition du sol et de la RU est confirmée dans certains cas; dans les autres cas les informations fournies par les questionnaires 96 sont trop quantitatives et permettent difficilement de se faire une idée ;
- deux cas sont inexplicables. Cela conduira peut être par la suite à rechercher d'autres facteurs explicatifs.

#### - Conclusion provisoire

L'établissement de la clé de décision à l'enherbement repose sur l'évaluation de la disponibilité et de l'accessibilité de l'eau dans le sol. Le problème de l'azote a volontairement été mis de côté dans la mesure où des apports sont possibles. Les zones gélives où l'enherbement est déconseillé n'ont pas été repérées.

La principale source d'informations est la carte des sols des trois départements au 1/25 000. Les variables utilisées sont la texture, la profondeur du sol, le substrat et les contraintes à l'enracinement. Les imprécisions liées au levé des cartes et à leur informatisation ainsi que l'hétérogénéité entre les trois cartes constituent une des premières limites de la carte. La méthode d'estimation de la réserve utile à partir de ces données n'est a priori applicable que dans l'Aisne et dans la Marne mais demande néanmoins à être validée.

Le recoupement de ces informations permet de définir trois zones (Zone A : enherbement déconseillé ; zone B : enherbement conseillé avec précaution ; zone C : enherbement possible sans précaution particulière) elles-mêmes subdivisées en fonction de la nature de la contrainte. L'étape de validation des classes constitue le point le plus délicat et reste à effectuer.

Les résultats de cette clé peuvent s'exprimer sur un support cartographique au 1/25 000. Un diagnostic à l'échelle de la parcelle s'avère indispensable. Le mode d'emploi et la légende accompagnant la carte ont été conçus pour permettre aux viticulteurs de replacer leur cas particulier par rapport au cas général.

### CONCLUSION

L'apport des travaux cartographiques se situe à deux niveaux.

**Sur le plan scientifique**, la démarche conduit à généraliser des modèles issus de résultats expérimentaux ponctuels. La robustesse de la modélisation se trouve ainsi confrontée à la variabilité du territoire. Cela conduit à formuler des questions nouvelles concernant les hiérarchies et interactions entre facteurs de situation et facteurs culturels.

**Sur un plan pratique**, la carte constitue un outil pédagogique complémentaire des diagnostics et des outils classiques. Elle fournit une information accessible au viticulteur qui " lit " le paysage dans sa globalité et pas seulement à l'échelle de sa parcelle. C'est donc l'espace qui est en définitive pris en compte, ce qui constitue un levier indispensable pour gérer les préoccupations environnementales.

Enfin, le développement des nouvelles technologies de l'information laisse entrevoir un accès rapide à ce type d'information par Internet.

## BIBLIOGRAPHIE

- CARBONNEAU A. et DELAS J., 1992 - *Pourquoi faut-il élargir la gamme des porte-greffes?*, Bulletin de l'O.I.V., pp. 48-50.
- CARSOULLE J., 1996 - *L'enherbement permanent du vignoble - Influence sur la production viticole*, Euroviti 1996, pp.9-16.
- DESCOTES A., MONCOMBLE D., PERRAUD A., BOCQUET F., 1995 - *Comparaison plurilocale de différentes techniques d'entretien du sol dans le vignoble champenois*, 16ème conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, pp 1161-1170.
- DOLEDEC A.F., GIRARD M.C., MONCOMBLE D., PANIGAI L., 1996 - *Caractérisation des terroirs viticoles champenois*. Compte rendu du colloque international "les terroirs viticoles : concept, produit, valorisation", pp. 57-60.
- LAVILLE P., 1993 - *Unités de terroir naturel et terroir; une distinction nécessaire pour redonner plus de cohérence au système d'appellation d'origine*, Bulletin de l'O.I.V., 745 - 746, pp. 227-251.
- MORLAT R., 1989 - *Le terroir viticole: contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Application aux vignobles rouges de moyenne vallée de la Loire*, Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux II, 289 p.
- PERRAUD A., 1990 - *Essais de porte-greffes dans le vignoble champenois*. Le Vigneron Champenois, n°10, pp.55-67.
- POUGET R., DELAS J - *Le choix des porte-greffes de la vigne pour une production de qualité*.
- RIOU Ch., MORLAT R., 1995 - *Premiers résultats concernant les effets de l'enherbement permanent contrôlé du sol sur la vigne et le vin, en interaction avec la diversité des terroirs du vignoble saumurois*. 16ème conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, pp. 1137-1144.
- SOYER J. P., DELAS J., MOLOT C., ANDRAL P., 1984 - *Techniques d'entretien du sol en vignoble bordelais. Conséquences sur la vigne (production, vigueur, enracinement, nutrition) et sur le sol après 20 ans d'expérimentation*. Le Progrès Agricole et Viticole n°12, pp. 315-320.