

ELABORATION DES CARTES CONSEILS POUR UNE GESTION DU TERROIR A L'ÉCHELLE PARCELLAIRE: UTILISATION D'ALGORITHMES BASES SUR DES PARAMETRES PHYSIQUES DU MILIEU NATUREL

P. GUILBAULT, R. MORLAT, D. RIOUX

INRA-URVV 42, rue Georges Morel BP57, 49071 BEAUCOUZE Cedex - France

ABSTRACT: ELABORATION OF ADVISORY MAPS FOR A LARGE SCALE MANAGEMENT OF THE TERROIR

The "Anjou Terroirs" programme aims at bringing the necessary scientific basis for a rational and reasoned exploitation of the technical itinerary of the terroir. The scale study is 1/12500. For the mapping, many parameters, such as the granulometry or the depth of soil are observed to each point of characterisation. However, the composition and the quality of grapes do not depend directly on these parameters, but is influenced by variables such as water supply or vine precocity. These variables cannot be easily mapped, but can be estimated by algorithms based on expertise. The precision and the content of the cartographic study allow to quantify these main variables which influence the vine behavior. It is therefore possible to build advisory maps that can be used by the vine growers at the scale of the parcel. As an example, a map on rootstock adaptation to the terroir has been published. Thanks to the knowledge obtained through a network of experimental plots, five fundamental factors seem determinant to us, to choose a rootstock in Anjou condition : water supply, natural drainage, iron chlorosis power of soil, vigour potential and precocity potential conferred by the terroir.

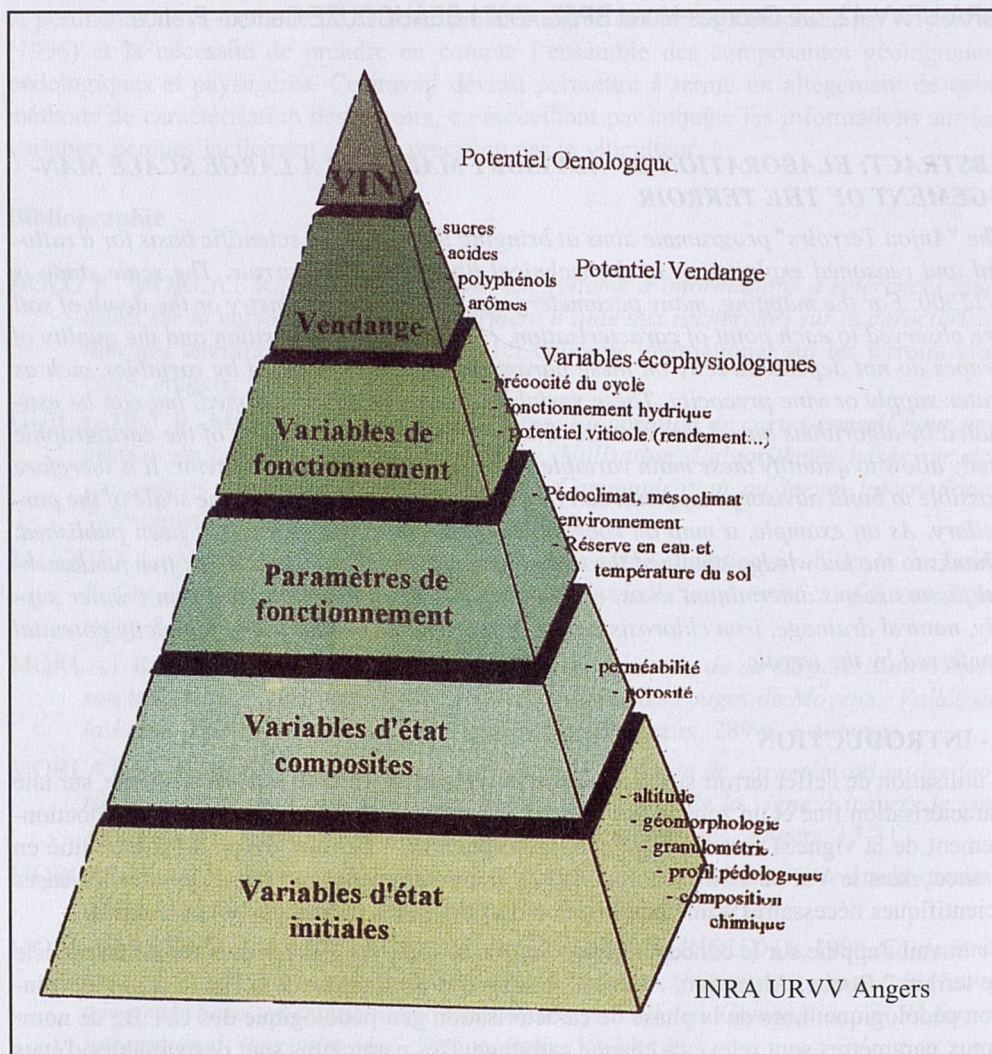
I - INTRODUCTION

L'utilisation de l'effet terroir sur la qualité et la typicité du vin doit reposer à la base, sur une caractérisation fine et un zonage des facteurs naturels ayant une importance sur le fonctionnement de la vigne. Dans cette optique, le programme " Terroirs d'Anjou " a été initié en France, dans le Val de Loire (Morlat, 1997). Il a notamment pour but d'apporter les bases scientifiques nécessaires à une optimisation des itinéraires techniques selon le terroir.

Ce travail s'appuie sur le concept d'Unité Terroir de Base (U.T.B.), lequel utilise un modèle de terrain " Roche, Altération, Altérité " basé sur la profondeur de sol et le degré d'évolution pédologique. Lors de la phase de caractérisation géo-pédologique des U.T.B., de nombreux paramètres sont relevés à chaque carottage. Ces paramètres sont des variables d'états

simples du milieu comme la granulométrie, la profondeur du sol, ou des variables d'états composites comme le drainage qui est fonction notamment de la texture du sol et de la topographie. Cependant, la composition et la qualité d'une vendange ne dépendent pas directement de ces paramètres mais de variables intermédiaires appelées " variables de fonctionnement " (voir fig.1), telles que l'alimentation en eau ou la précocité du cycle de la vigne (Morlat, 1989; Riou et al., 1995; Lebon et al., 1996). Les variables de fonctionnement ne sont pas d'emblée cartographiables, mais peuvent être estimées par des méthodes de calcul basées sur l'expertise dans un premier temps et la modélisation plus fine à terme. La précision de l'étude cartographique (1/12 500) permet, à partir des variables de fonctionnement majeures, de prévoir un comportement de la vigne selon le terroir et de conseiller le viticulteur à l'échelle parcellaire. Nous développerons ici, la démarche d'élaboration de la carte-conseil sur le choix d'un porte-greffe, en fonction de l'U.T.B.

Figure 1: Schéma théorique représentant le système "Terroir/Vigne/Vin"



II - ESTIMATION DES VARIABLES DE FONCTIONNEMENT IMPORTANTES POUR LE CHOIX D'UN PORTE-GREFFE

Le choix du porte-greffe doit faire intervenir plusieurs données concernant le sol et la plante pour obtenir une plantation satisfaisante et durable (Galet, 1985). De nombreux auteurs ont contribué à définir les caractéristiques culturales des porte-greffes. Celles généralement considérées comme les plus importantes sont la résistance au calcaire, la vigueur conférée au greffon, la résistance à l'humidité et à la sécheresse. (Galet, 1956, 1985; Pouget & Delas, 1989...). Dans une optique de cartographie, il est nécessaire d'acquérir dans un premier temps des données concernant les caractéristiques non pas des porte-greffes mais des terroirs. Cinq grands groupes de variables susceptibles d'influencer le choix agronomique d'un porte-greffe ont été définis:

- Le drainage naturel du sol,
- Le pouvoir chlorosant du sol,
- Le réservoir utilisable maximal en eau du sol,
- Le potentiel de vigueur conféré par le terroir,
- Le potentiel de précocité conféré par le terroir.

La précocité n'est généralement pas prise en compte pour le choix d'un porte-greffe. Cependant, il semble fondamental d'apprécier cette variable de fonctionnement qui contribue fortement à l'état de maturité des baies aux vendanges dans un vignoble septentrional (Morlat, 1983).

Le drainage naturel du sol est noté directement sur le terrain, à partir de classes de drainage (Jamagne, 1967) en tant que donnée synthétique pour la cartographie détaillée. Le pouvoir chlorosant du sol est calculé en utilisant un Indice de Pouvoir Chlorosant (Morlat et Courbe, 1981). Les trois autres variables sont calculées grâce à des algorithmes.

Les problèmes de carences ou de résistances aux maladies ne sont pas abordés dans cette étude, car on peut les considérer réglés, aujourd'hui, par la pratique viticole (fertilisation, protection phytosanitaire).

A - Estimation du réservoir utilisable maximal en eau du sol

Le **réservoir utilisable maximal** représente la part du volume total du réservoir en eau du sol qui peut théoriquement être accessible à la vigne.

Le réservoir en eau du sol est le volume de porosité qui peut contenir durablement de l'eau, après "ressuyage" naturel. Lorsque les sols sont "ressuyés", on parle d'humidité à la "capacité au champ". En Anjou, on peut considérer que les sols sont proches de la capacité au champ au mois de mars, en année pluviométrique normale.

Au cours de l'année, ce réservoir est plus ou moins rempli d'eau, selon ses pertes (absorption par les racines, évaporation...) et ses apports (pluviométrie).

Une partie de l'eau contenu dans le réservoir n'est pas accessible à la vigne, car elle est trop fortement retenue par le sol. Lorsque l'eau du sol n'est plus utilisable par la vigne, on parle d'humidité au "point de flétrissement permanent".

Le réservoir utilisable maximal doit également prendre en compte la profondeur maximale d'enracinement. Dans le cas de la vigne, cette profondeur est difficile à apprécier car les racines peuvent descendre profondément et profiter des fissures ou diaclases de la roche.

Ainsi, le réservoir est d'autant plus important que le sol est profond, argileux, dense, peu caillouteux et lorsque la roche est friable.

A partir de la mesure de l'humidité à la capacité au champ faites sur 473 échantillons de sol prélevés sur la zone " Terroirs d'Anjou " (voir fig.2) et de 77 mesures de l'humidité au point de flétrissement permanent (voir fig.3), un modèle de calcul du réservoir utilisable maximal, fonction du taux d'argile de la terre fine, a été élaboré. Nous pouvons ainsi estimer ce dernier à chaque point de sondage.

Le réservoir utilisable maximal correspond à la différence entre le volume d'eau présent à la capacité au champ et celui présent au point de flétrissement permanent, soit:

$$\text{réservoir utilisable maximal (en mm)} = \sum [(CC-PF)*\%T\text{fine}*E*Da]$$

avec : **CC** : humidité pondérale à la capacité au champ

PF : humidité pondérale au point de flétrissement

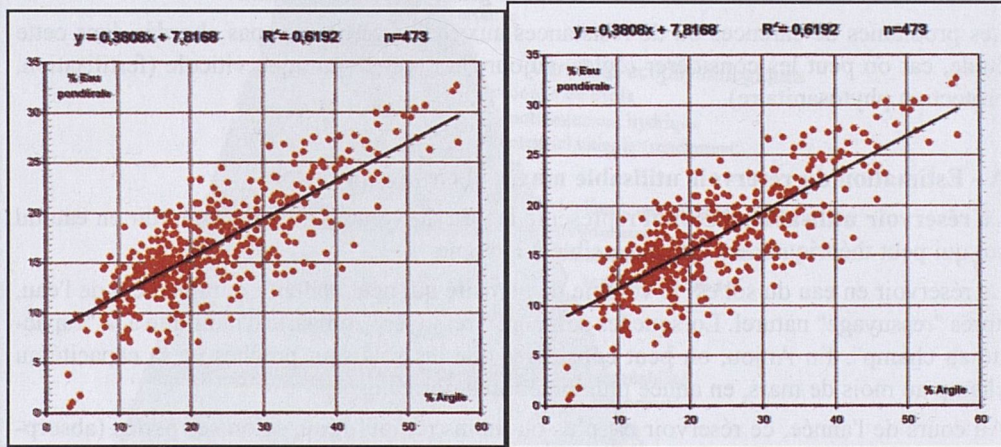
%Tfine :% de terre fine, **E**: épaisseur de sol (dm), **Da**: densité apparente

Les Densités apparentes (Da) utilisées ont été obtenues en moyennant par classe de texture (triangle de l'Aisne, Jamagne, 1967) les densités mesurées sur le terrain au gammaden-simètre ou au densitomètre à membrane :

Texture	A	AL	ALo	AS	LA	LAS	LL	LLS	LM	LMS	LS	LSA	S	SA	SL
Da moyenne	1.65	1.65	1.59	1.64	1.48	1.64	1.50	1.55	1.40	1.71	1.68	1.67	1.40	1.73	1.75

Figure 2: Relation entre la teneur pondérale en eau à la capacité au champ et le pourcentage d'argile de la terre fine (tous horizons confondus).

Figure 3: Relation entre la teneur pondérale en eau au point de flétrissement et le pourcentage d'argile de la terre fine (tous horizons confondus)



INRA URVV Angers

INRA URVV Angers

L'intérêt du réservoir utilisable maximal est qu'il s'exprime en millimètres d'eau, indépendamment de la surface considérée. Il est donc facilement comparable à des précipitations ou des évapotranspirations.

L'alimentation en eau de la plante dépend également des apports latéraux d'eau circulant en surface ou dans le sol et des remontées d'eau capillaire qui ne sont pas directement gérées par l'algorithme. L'interprétation du réservoir utilisable maximal est donc parfois délicate, dès que l'on veut travailler à l'échelle parcellaire, mais la comparaison entre UTB reste possible.

B - Estimation du potentiel de vigueur induite par le terroir

Le potentiel de vigueur est estimé à partir de trois variables du terroir :

- la pierrosité moyenne du sol sur une profondeur de 1m20,
- la dureté de la roche, lorsque celle-ci est rencontrée avant 1m20 de profondeur,
- le réservoir utilisable maximal en eau du sol.

Un coefficient ("**Coef. vig**") est attribué à chacune de ces variables en fonction de l'importance présumée de celles-ci sur le niveau de vigueur conféré par le terroir.

La note attribuée aux modalités prises par chacune des variables varie de " 1 " (potentiel de vigueur le plus fort) à " 3 " (potentiel de vigueur le plus faible).

Variabes i	Coef. vig	Modalités	Note
1: Pierrosité du sol	1	> 40% de cailloux	3
		20 à 40% de cailloux	2
		<20% de cailloux	1
2: Dureté de la roche	1	Roche dure	3
		Roche altérée	2
		Roche meuble	1
3: Réservoir utilisable maximal	2	[0 à 50[mm	3
		[50 à 100[mm	2
		100 mm ou plus	1

$$\text{Note de Potentiel de Vigueur du Terroir (NPVT)} = \sum_{i=1}^3 (\text{Note } i) \cdot (\text{Coef. vig } i)$$

La note de potentiel de vigueur induite par le terroir, calculée à chaque point de sondage, varie donc de 4 (potentiel de vigueur fort) à 12 (potentiel de vigueur faible).

C - Estimation du potentiel de précocité relative du terroir

Quatre grands groupes de variables semblent susceptibles d'influencer la précocité (Riou et al., 1995, Morlat et al., 1997):

- **le niveau de vigueur de la vigne**: une trop forte vigueur semble défavorable à la précocité (Bernard, 1980),
- **le pédoclimat thermique**: le réchauffement du sol, bénéfique à la précocité, est favorisé par une faible capacité calorifique et une forte conductivité thermique (Morlat et Hardy, 1986),
- **le profil racinaire**: plus les racines colonisent majoritairement les couches superficielles du sol, plus elles seront sensibles au réchauffement et plus le terroir sera précoce (Morlat, 1989),
- **le mésoclimat thermique**: plus le mésoclimat d'une parcelle est chaud, plus celle-ci sera précoce (Lebon, 1993; Jacquet et Morlat, 1997).

Ces variables peuvent, elles-mêmes, être mises en relation avec un certain nombre de paramètres de fonctionnement et variables d'état, simples ou composites:

- le potentiel de vigueur induite par le terroir dépend de la pierrosité du profil de sol, de la dureté de la roche et du réservoir utilisable maximal en eau,
- le pédoclimat thermique dépend de la teneur volumique en eau, du drainage naturel et de la couleur de la surface,

- le mésoclimat thermique dépend de l'altitude, de l'ouverture des paysages, de l'inclinaison des pentes et de leurs orientations.

Un coefficient ("**Coef. préc**") est attribué à chacune de ces variables en fonction de l'importance présumée de celles-ci sur le niveau de précocité du terroir.

La note attribuée aux modalités prises par chacune des variables varie de " 1 " (défavorable à la précocité) à " 3 " (favorable à la précocité)

Tableau 1: Comparaison entre la note de potentiel de précocité du terroir (NPPT) et l'indice de précocité de cycle de la vigne (iPc) sur une moyenne de 6 millésimes (84, 86, 88, 93, 96, 97)

Variable j	Coef. préc	Parcelles									
		2ING	4EL	1VAU	2EL	3EL	1DAM	1CHA	1FON	1POY	
1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	
2	1	1	1	3	1	1	1	2	2	1	
3	1	1	1	2	1	1	3	2	2	2	
4	4	3	3	2	3	3	2	3	3	3	
5	3	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5	3	2.5	3	2.5	
6	1	2	2	1	2	2	3	2	1	2	
7	3	1	2	3	1	3	3	3	2	3	
8	3	2	1	2	2	2	2	2	3	3	
9	3	2	2	2	2.5	2.5	2	2	2	2	
NPPT		36.5	36.5	40.5	41	47	47	47.5	49	49.5	
iPc		94.1	98.5	96.1	98.1	101.6	102.8	101.3	104.6	101.8	

Variables j	Coef. préc	Modalités	Note
1: Profondeur de sol	1	[0 à 40] cm	3
		]40 à 80[cm	2
		Plus de 80cm	1
2: Pierrosité du profil	1	> 40% de cailloux	3
		20 à 40% de cailloux	2
		<20% de cailloux	1
3: Dureté de la roche	1	Roche dure	3
		Roche altérée	2
		Roche meuble	1
4: Teneur volumique en eau à la capacité au champ (sur 1m20)	4	<15%	3
		[15 à 25[	2
		25% ou plus	1
5: Drainage naturel (d'après l'échelle de Jamagne)	3	[1 à 3[correct	3
		3: imparfait	2.5
		3.5:	2
		4: faible	1.5
6: Couleur de surface: (du sol et des cailloux)	1	> 4: très faible	1
		sombre	3
		neutre	2
7: Zone de colonisation racinaire maximum	3	claire	1
		[0 à 40[cm	3
		]40-60[cm ou plus	2
8: Altitude et ouverture des paysages	3	60 cm ou plus	1
		Ouvert à basse altitude (≤ 50m)	3
		Situations intermédiaires	2
9: Inclinaison des pentes et orientations	3	Thalweg ou ouvert à haute altitude (≥ 75m)	1
		>ou= 10% sud	3
		]5 à 10%[sud	2.5
		<5%	2
		]5 à 10%[nord	1.5
		>ou= 10% nord	1

$$\text{Note de Potentiel de Précocité du Terroir (NPPT)} = \sum_{j=1}^9 (\text{Note } j) \cdot (\text{Coef. préc } j)$$

La note de potentiel de précocité induite par le terroir, calculée à chaque point de sondage, peut donc théoriquement varier de **20** (potentiel de précocité le plus faible) à **60** (potentiel de précocité le plus fort).

Cet algorithme d'estimation du potentiel de précocité induite par le terroir a été testé grâce à un réseau de parcelles expérimentales et comparé à l'indice de précocité de cycle de la vigne (iPc) mis au point par Barbeau, 1998 (tab.1).

Les résultats présentés dans le tableau 1, semblent confirmer la possibilité de l'emploi d'une méthode de calcul du type de celle actuellement utilisée dans le cadre de l'étude " Terroirs d'Anjou ". Cependant, il faudra affiner et valider cet algorithme sur un nombre de parcelles représentatives d'une plus large gamme de variation de précocité.

III - Algorithme utilisé pour déterminer le porte-greffe le mieux adapté

A partir des résultats précédent, une note est attribuée à chacun des cinq grands groupes de variables, selon les tableaux suivants :

Pouvoir chlorosant du sol (I.P.C. Morlat et Courbe)

I.P.C	Note	Choix d'un porte-greffe
[0,2[	10000	peu résistant à la chlorose ferrique
[2,5[	20000	moyennement résistant
[5,10[	30000	résistant
10 et plus	40000	très résistant

NPVT	Potentiel de vigueur induite par le terroir	Note	Choix d'un porte-greffe
[4 à 7[	Fort	1000	peu vigoureux
[7 à 10[	Moyen	2000	moyennement vigoureux
[10 à 12]	Faible	3000	vigoureux

Potentiel de vigueur induite par le terroir NPVT

NPPT	Potentiel de précocité conféré par le terroir	Note	Choix d'un porte-greffe
< 32	Plus faible	100	très précoce
32 ≤ NPPT < 40	Normal à plus faible	200	précoce
40 ≤	Normal à plus fort	300	

Potentiel de précocité induite par le terroir (NPPT)

RUM	Note	Choix d'un porte-greffe
[0 à 50mm[	10	résistant à la sécheresse
[50 à 100mm[	20	
100mm et plus	30	

Drainage du sol (d'après l'échelle de Jamagne)

Drainage du sol (d'après l'échelle de Jamagne)

Code drainage	Note	Choix d'un porte-greffe
>4	1	très adapté à l'humidité
[3, 4]	2	adapté à l'humidité
[1, 3]	3	

En sommant les notes obtenues pour chaque variable, on obtient pour tous les points de sondage une combinaison permettant de conseiller le porte-greffe le mieux adapté au terroir considéré. Par exemple, la combinaison **13313** préconise un porte-greffe n'étant pas nécessairement résistant à la chlorose ferrique, mais devant être vigoureux et résistant à la sécheresse.

IV - Exemple de carte conseil pour le choix de porte-greffe

Afin de conseiller efficacement le viticulteur dans son choix de porte greffe, il est nécessaire de pouvoir lui proposer un ou plusieurs porte-greffes disponibles dans les pépinières locales et dont les caractéristiques agronomiques se rapprochent au mieux de celles précédemment définies du porte-greffe le plus adapté au terroir. Le tableau 2 présente les grandes caractéristiques des porte-greffe les plus utilisés en Anjou. Il a été établi à partir de la bibliographie (Galet, 1956, 1985; Pouget & Delas, 1989) et des résultats d'expérimentations viticoles locales (Association Technique pour l'Amélioration de la Viticulture, Groupement Départemental de Développement Viticole, Centre Technique Interprofessionnel de la Vigne et du Vin, Institut National de la Recherche Agronomique).

Tableau 2: Caractéristiques des porte-greffes utilisés en Anjou

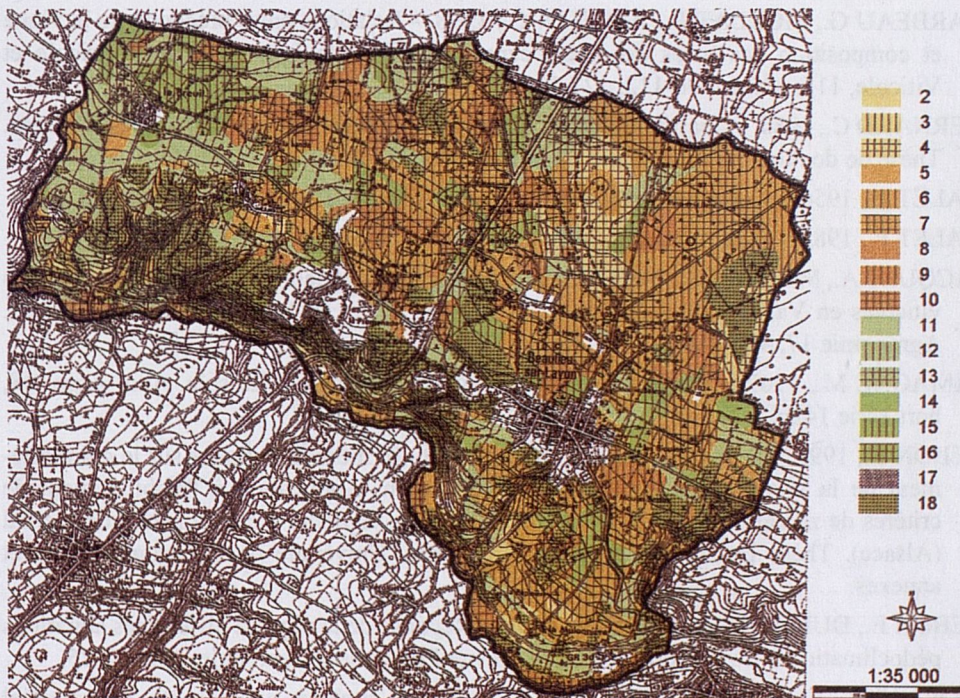
Porte Greffes	Résistance à la chlorose ferrique				Vigueur			Précocté				Résistance à la sécheresse			Adaptation à l'humidité		
	peu	moy	résistant	très résistant	faible	moy	élevé	faible	moy	précoce	très précoce	faible	moy	élevé	faible	adapté	très adapté
Riparia	—				—						—	—				—	
101-14	—					—					—	—				—	
3309C	—					—				—		—			—		
SO4		—				—			—			—				—	
1103P		—				—		—					—				—
Rupestris	—					—		—					—		—		
Gravesac	—					—							—			—	
5BB		—				—		—				—				—	
110R		—				—		—					—		—		
41B				—		—		—					—		—		
Fercal				—		—			—				—		—		

La figure 4 présente la "carte conseil" obtenue pour guider les viticulteurs dans leur choix d'un porte-greffe sur la commune de Beaulieu-sur-Layon. Les cartes de l'atlas sont fournies en couleur au 1/25000 et 1/15000. Grâce au fond topographique, chaque viticulteur est en mesure d'identifier ses parcelles. En fonction de la couleur surimposée et de sa légende associée, il peut ainsi connaître les porte-greffes conseillés et déconseillés.

V - Conclusion

L'état d'avancement de la recherche sur les terroirs viticoles conduite par l'Unité de Recherches sur la Vigne et le Vin du centre I.N.R.A. d'Angers, permet de proposer des " cartes conseil " destinées aux viticulteurs, dans le cadre de l'étude " Terroirs d'Anjou ". Ces cartes utilisables à l'échelle parcellaire reposent sur la formalisation d'algorithmes destinés à l'estimation des grandes variables de fonctionnement des terroirs, tels que l'alimentation en eau ou les potentiels de vigueur et de précocité induits par le terroir. Il est ainsi possible d'aider les viticulteurs, dans l'état actuels de nos connaissances, sur le choix du matériel végétal le mieux adapté à leurs terroirs, ainsi que sur certaines pratiques agro-viticoles telles que l'enherbement ou la conduite de la vigne. Il est probable que la diffusion de ces cartes, à l'ensemble des viticulteurs concernés par l'étude " Terroirs d'Anjou ", contribuera à l'amélioration de la qualité des vins dans la région.

**Figure 4: Carte conseil sur l'adaptation des porte-greffe
Commune de Beaulieu-sur-Layon (France-49)**



Fond thématique numérique à 1:35 000 de l'Unité de Recherches sur la Vigne et le Vin ((c))INRA 1998
Fond cartographique numérique à 1:35 000 de l'Institut Géographique National ((c))IGN - Paris - 1998 -
Autorisation n°40 - 8033

Caractéristiques souhaitables du porte-greffe	Porte-greffes conseillés	Porte-greffes déconseillés
faible vigueur	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB
faible vigueur, adapté à l'humidité	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB, 3309C
faible vigueur, très adapté à l'humidité	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB, 3309C
faible vigueur, précoce	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB
faible vigueur, précoce, adapté à l'humidité	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB, 3309C
faible vigueur, précoce, très adapté à l'humidité	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB, 3309C
faible vigueur, très précoce	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB
faible vigueur, très précoce, adapté à l'humidité	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB, 3309C
faible vigueur, très précoce, très adapté à l'humidité	Riparia, 101-14*	SO4, 1103P, Foppestris, 110R, SEB, 3309C
vigueur moyenne	3309C, SO4, Graverac 101-14*, SEB	Foppestris, 110R, 1103P
vigueur moyenne, adapté à l'humidité	SO4, Graverac, 101-14*, SEB	3309C, Foppestris
vigueur moyenne, très adapté à l'humidité	1103P, Fulben	3309C, Foppestris
vigueur moyenne, précoce	101-14*, 3309C	1103P, Foppestris, SEB, 110R
vigueur moyenne, précoce, adapté à l'humidité	101-14*	3309C, Foppestris, 1103P, SEB, 110R
vigueur moyenne, précoce, très adapté à l'humidité	101-14*	3309C, Foppestris, 1103P, SEB, 110R
forte vigueur, avec une résistance moy. à la chlorose	SO4, 1103P, SEB, 110R	Riparia, 101-14, 3309C, Graverac
forte vigueur, résistante à la sécheresse	1103P, 110R, Foppestris	Riparia, 101-14, 3309C, SO4

Légende

* sauf pour le cépage grolleau

sauf pour le cépage chenin

BIBLIOGRAPHIE

BARBEAU G., MORLAT R., ASSELIN C., 1998. - Relations entre précocité de la vigne et composition des baies de divers cépages du Val de Loire. Progrès Agricole et Viticole, 115, n°5-6, 106-112, 127-130.

BERNARD C., 1980. - Contribution à l'étude de la biologie et des méristèmes des Vitacées. Thèse de doctorat de l'Académie de Montpellier. U.S.T.L.

GALET P., 1956. - Cépage et vignobles de France. Tome I: Les vignes américaines. 670p.

GALET P., 1985. - Précis d'ampélographie pratique. 256p.

JACQUET A., MORLAT R., 1997. - Caractérisation de la variabilité climatique des terroirs viticoles en Val de Loire. Influence du paysage et des facteurs physiques du milieu. Agronomie 17, 465-480.

JAMAGNE M., 1967. - Bases et techniques d'une cartographie des sols. Ann. Agro. 18, hors série 142p.

LEBON E., 1993. - De l'influence des facteurs pédo- et mésoclimatiques sur le comportement de la vigne et les caractéristiques du raisin. Application à l'établissement de critères de zonage des potentialités qualitatives en vignoble à climat semi-continentale (Alsace). Thèse Doctorat Sciences de la Terre. Université de Bourgogne. 165p et annexes.

LEBON E., DUMAS V., MORLAT R., 1996. - Réponse de la vigne à différentes situations pédoclimatiques du vignoble d'Alsace. Revue Française d'Oenologie, 156, 22-25.

MORLAT R., COURBE C., 1981. - Caractérisation de quelques composantes du potentiel chlorosant des différents milieux carbonatés dans le vignoble du Val de Loire. Connaissance de la vigne et du vin, 15, n°4, 229-246.

MORLAT R., 1983. - Importance du mésoclimat et du pédoclimat sur le comportement de

