

ÉTUDE INTÉGRÉE ET ALLÉGÉE DES TERROIRS VITICOLES EN ANJOU: CARACTÉRISATION ET ZONAGE DE L'UNITÉ TERROIR DE BASE, EN RELATION AVEC UNE ENQUÊTE PARCELLAIRE

R. MORLAT, P. GUILBAULT, LYDIE THÉLIER - HUCHÉ, D. RIOUX

Unité de Recherches sur la Vigne et le Vin, Centre INRA d'Angers
42, rue G. Morel. BP 57. 49071 Beaucouzé Cédex. France

Summary

The terroir concept is presented as the basis of the A.O.C system, in the french vineyards. The "Anjou terroirs" programme aims at bringing the necessary scientific basis for a rational and reasoned exploitation of the terroir. It must lead to finalizing a lighter, more relevant integrated method of characterisation wich could be generally applied. The " Basic Terroir Unit " concept, elaborated earlier, is now more precise, from the standpoint of soil characterisation, because of the current study. This allowed to initiate the Rock, Alteration, Alterite ground model wich is currently being tested. A viticultural survey based on parcels, has been carried out among vine-growers, in order to study the possibilities of lightening the terroir characterisation method. It includes for example, questions concerning empirical knowledge of the soil, the climate of the parcel, vine budbreak precocity, water supply and vigour potential of vine, as well as question on overmaturing aptitude of the parcel. These variable are influenced by the natural factors of the "terroir" and they can be logically explained. The main results of the study are presented and discussed in this paper.

INTRODUCTION

A l'heure actuelle, l'intérêt porté à la notion de terroir, tant sur le plan de la recherche que de la valorisation viticole et oenologique, engage à élaborer une méthode généralisable et allégée, d'étude et de zonage des facteurs naturels, permettant d'identifier des unités de territoire fonctionnelles pertinentes (Salette, 1997), vis à vis de la vigne. La problématique et le contexte de la mise au point d'une telle méthode ont été discutés par Morlat (1996, 1997). Une méthode de caractérisation intégrée des terroirs, utilisant le concept d'Unité Terroir de Base (UTB) a été présentée par Morlat (1996). L'UTB correspond au plus petit territoire utilisable dans la pratique par la viticulture, et représente une entité homogène de fonctionnement du système terroir x vigne. Dans le but d'affiner et généraliser cette méthode, un modèle de terrain visant à prendre en compte la variabilité édaphique à l'échelle interparcellaire, a été élaboré. Il est basé sur la profondeur et le degré d'évolution pédologique du sol (Morlat, 1996). Les relations terroir / vigne / vin sont abordées à travers la chaîne des variables d'état et de fonctionnement

du système. Une première génération d'algorithmes spatialisables, permettant d'estimer les valeurs des variables de fonctionnement majeures, a été élaborée dans le but de quantifier les potentialités des unités de terroir. Ces travaux sont réalisés dans le cadre du programme de recherche / action " Terroirs d'Anjou ", conduit en partenariat avec les viticulteurs angevins.

L'objectif de notre communication est de présenter des résultats concernant une validation géostatistique du concept d'UTB et du modèle associé, sur le plan des variables d'état étudiées sur le terrain, et des variables de fonctionnement estimées par algorithmes de calcul. D'autre part, une approche par enquête parcellaire faite chez les vigneron, a permis d'aborder une seconde validation à propos des variables du climat local, du fonctionnement de la vigne et de l'aptitude à la surmaturation de l'Unité Terroir de Base. Une première série de résultats issus du couplage entre les deux démarches, est présentée et discutée dans cette note.

MATERIELS ET MÉTHODES

1. La Zone d'étude.

Le vignoble d'Appellation d'Origine Contrôlée de l'Anjou est le support de cette étude (Carte 1). Il présente plusieurs atouts pour une recherche sur les terroirs. Au plan géographique et climatique, il fait partie des vignobles septentrionaux dans lesquels il est reconnu que l'effet du terroir est amplifié. Bien qu'appartenant au climat atlantique, la majeure partie du territoire viticole s'individualise par une pluviométrie annuelle faible ($P = 570$ mm), en étant protégée des perturbations atlantiques par les Mauges à l'Ouest et au Sud-Ouest et par le Segréen au Nord-Ouest. La température moyenne annuelle est assez élevée ($12,1^{\circ}\text{C}$), les vents dominants sont du Sud-Ouest et l'ensoleillement est de 1420 H entre avril et septembre.

La région étudiée, d'une surface totale d'environ 30.000 Ha, correspond au contact entre deux grandes provinces géologiques : le Bassin Parisien sédimentaire à l'Est et le Massif Armoricaïn éruptif et métamorphique à l'Ouest. Dans la zone étudiée, on peut reconnaître quatre systèmes géologiques majeurs : les schistes souvent gréseux (métagrauwacke) du Briovérien de la série des Mauges, les schistes d'Angers et de Bouchemaine d'âge ordovicien à silurien, le complexe schisto-gréseux et volcanique de St Georges sur Loire (Ordovicien supérieur à Dévonien), et le complexe houiller carbonifère et volcanique (Namurien) du Sillon de la Basse Loire. Dans la partie Est de la zone, le Briovérien et le Primaire sont recouverts de formations superficielles, de terrains du Cénomanién et aussi de faluns. Ainsi, sur une surface restreinte et sous un même climat régional, il existe une très grande diversité de terroirs. Le vignoble présente un emboîtement d'appellations allant de la zone A.O.C.générique jusqu'au cru (carte 1). De nombreux vins A.O.C. y sont produits à partir des cépages Cabernet franc et Cabernet sauvignon pour les vins rouges et rosés ; Grolleau pour les vins rosés et Chenin pour les vins blancs liquoreux de haut de gamme ou pour les vins blancs secs.

2. Méthode de caractérisation intégrée des facteurs naturels des terroirs viticoles et modèle de terrain associé.

Elle traite une région viticole comme un ensemble de petits milieux naturels, dont chacun est constitué par l'association de trois composantes majeures, étudiées conjointement et à la même échelle cartographique : une composante géologique, une composante pédologique et une composante paysagère. Cette association qui représente l'Unité Terroir de Base (UTB) a déjà été présentée en détail (Morlat, 1996). La grande variabilité du sol est le principal problème à résoudre pour une généralisation de la méthode d'étude des terroirs viticoles. A cette fin, un modèle de terrain a été mis au point (Morlat, 1996). Il est basé sur l'épaisseur de sol et

l'intensité de l'altération du matériau géologique de départ, qui modifient significativement les propriétés agro-viticoles du terroir et qui doivent permettre d'accéder directement sur le terrain à l'association des variables qui influencent le potentiel viticole. Il comporte, pour un étage géologique et une nature lithologique donnés, trois milieux différents: roche, altération et altérite.

Le milieu roche est choisi si à environ 60cm de profondeur au plus, il y a apparition d'une roche saine ou peu transformée. Un milieu altération sera utilisé si le matériau géologique, en cours de transformation mais identifiable, se rencontre avant 120cm de profondeur, et enfin on considérera un milieu altérite si on ne rencontre pas ce matériau avant 120cm. Cette clé agro-pédologique, facile à mettre en oeuvre et couplée à l'étage géologique et à sa nature lithologique, peut traduire assez fidèlement les conditions écophysologiques auxquelles est soumise la vigne dans son milieu. Ce modèle peut fonctionner pour des roches très diverses (roches éruptives, métamorphiques, sédimentaires) et de dureté variable, dans le cas où le faciès lithologique est suffisamment stable. Indirectement, il permet de différencier les zones colluviales et les dépôts divers.

Le milieu pédoclimatique de l'UTB est caractérisé grâce aux méthodes et outils d'analyse classiques de la science du sol et de l'agronomie. On a retenu les variables d'état suivantes : développement de profil, origine génétique, couleur et épaisseur de chaque horizon, texture de la terre fine, charge en éléments grossiers et leur nature, drainage naturel pour l'eau, réaction à l'acide, nature et origine du matériau géologique. Les méthodes d'étude de ces différentes variables sont décrites par Baize et Jabiol, (1995). La profondeur de sol meuble et l'intensité de la différenciation texturale sont également retenues. Sur des sites représentatifs, des études sur profils sont conduites. Elles permettent d'affiner les variables d'état par des analyses physico-chimiques (granulométrie, composition chimique du sol) et d'étudier certains paramètres de fonctionnement (masse volumique apparente, structure, résistance mécanique à la pénétration, profil racinaire, réserves en eau).

L'environnement paysager est quantifié par plusieurs paramètres : nature et importance des écrans mesurées selon une méthode exposée par Morlat (1996), distance des écrans au point d'observation dans une gamme de 50 à 500m pour 8 secteurs d'orientation, hauteur de ces écrans, localisation topographique, orientation des pentes, altitude. Le modèle de terrain utilisé, compte tenu de l'organisation spatiale du milieu naturel, semble aussi apte à traduire des différences d'environnement paysager qui peuvent influencer le climat local de l'UTB (Jacquet et Morlat, 1997)

La cartographie des UTB et de leurs composantes est réalisée à l'échelle du 1/ 12.500, grâce à un semis de points d'observations et de sondages à la tarière, avec une densité qui dépend de la complexité du milieu (en moyenne 0,5 point / ha), et avec l'appui d'une télédétection par photographies aériennes numérisées. Les données géographiques et alphanumériques sont traitées grâce à un Système d'Information Géographique (logiciel Alliance, Icare France), couplé à une base de données relationnelles (Microsoft Access). Par ailleurs, une première génération d'algorithmes spatialisables, permettant d'estimer semi-quantitativement les variables de fonctionnement majeures de l'UTB, a été mise au point et testée grâce à des parcelles expérimentales. Les résultats ont permis d'identifier les variables d'état et paramètres de fonctionnement importants et de les hiérarchiser par une note. En général, trois classes pour chaque modalité de la variable ou du paramètre, sont retenues (Guilbault et al, 1998). Ces algorithmes concernent le réservoir maximal utilisable en eau pour la vigne, le potentiel de précocité et de vigueur de la vigne, induits par l'UTB. Le calcul attribue une valeur à chaque point de sondage. Dans une plage cartographique, la valeur moyenne des points est retenue.

3. L'enquête viticole parcellaire.

Elle est réalisée pour chaque exploitation viticole appartenant à 18 communes de la zone étudiée. Un questionnaire aborde pour chaque parcelle et chaque cépage, outre les facteurs humains du terroir, la chaîne facteurs naturels / vigne / vin (Thélier - Huché Lydie et al., 1998). Dans les variables qui nous intéressent, on peut distinguer des questions à réponses fermées pour lesquelles on utilise 3 modalités (+ faible, moyenne, + fort) et qui se rapportent à : la perception des facteurs naturels du terroir (climat de la parcelle, comportement hydrique et thermique du sol) et à la vigne et son comportement (niveau de vigueur, niveau de précocité, comportement vis à vis de la contrainte hydrique). Une estimation du potentiel de la parcelle pour la surmaturation du raisin est faite sur une échelle comportant 6 modalités allant de mauvaise à excellente.

4. Le traitement des données.

Les données de terrain et de l'enquête sont d'abord traitées indépendamment par des tris à plat et croisés (diagrammes de fréquence) et par un test du KHI2 (logiciel Statbox). Puis, des analyses des correspondances multiples (A.C.M.) séparées, ont été faites sur des tableaux codant les valeurs des variables qualitatives (Jourden, 1997). Par la suite, un couplage entre les deux types de données a été effectué et une nouvelle A.C.M. a été réalisée. La signification des résultats a été abordée grâce à une valeur test, analogue à la valeur absolue d'une variable centrée réduite, au seuil usuel de risque de 5 % ($V \text{ test} > 1.96$). Le logiciel SPAD a été utilisé pour ces traitements. Le couplage des données a nécessité le croisement de chaque UTB avec chaque parcelle. Une parcelle est retenue si l'UTB dominante occupe au moins 50 % de la surface. Ce seuil entraîne en moyenne une perte de 13 % de parcelles enquêtées. Ce couplage a été réalisé sur une base de données issues de 12 communes viticoles différentes et concerne 2091 Ha de vigne.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Étude statistique de la puissance d'un modèle général : Roche, Altération, Altérite.

Les résultats significatifs ($V \text{ test} > 1.96$) des A.C.M réalisées sur les données de caractérisation de terrain d'une part (7547 sondages) et d'enquête d'autre part (2579 parcelles) sont présentés dans le tableau 1. Les milieux roche et altérite du modèle sont bien caractérisés par cette double approche, quelque soit le système géologique, par un nombre important de critères liés à l'environnement paysager (gamme d'altitudes et localisation topographique en particulier), aux variables d'état du sol et aux variables de fonctionnement du terroir. Les écarts qui s'observent entre les milieux roche et altérite traduisent bien deux entités différentes de fonctionnement du système terroir x vigne. En général, le milieu roche se situe à une altitude nettement plus faible que l'altérite, dans un contexte de pentes et non de plateau. Le drainage naturel pour l'eau passe de bon à très bon dans le cas de la roche, à faible à mauvais pour l'altérite. Notons que la texture du sol et du sous-sol n'apparaît pas comme une variable statistiquement discriminante des milieux générés par ce modèle général. Les réserves en eau du sol calculées par algorithme varient des classes faible à moyenne (0-50 mm à 50-100 mm) aux classes moyenne à forte (50-100mm à > 100mm). Les réponses à l'enquête discriminent également bien les deux milieux sur plusieurs critères (température de l'air, risques de gel, épaisseur, teneur en éléments grossiers et comportement du sol). Il en ressort une cohérence d'appréciation pour le fonctionnement de la vigne. Ainsi, sur milieu roche, les viticulteurs attribuent à la vigne une précocité au débourrement + forte et une vigueur + faible. Le comportement inverse s'observe pour l'altérite. L'altération, phase intermédiaire dans l'évolution

du complexe sol / roche, est moins bien caractérisé, surtout par l'enquête (tableau 1). Les critères significatifs le rapprocheraient plus du milieu altérite, que de la roche. Un affinement de la caractérisation du milieu-altération semble donc demander d'inclure le système géologique de départ. Les divers résultats montrent un bon degré de perception directe et indirecte du terroir de la part des viticulteurs enquêtés (Théliier-Huché Lydie et al, 1998). Par cette démarche, on peut par exemple expliquer les risques de gel fort traduits par les viticulteurs, comme les effets combinés d'une position topographique du milieu roche à faible altitude et d'une précocité au débournement plus grande, en raison de températures de l'air et du sol plus fortes.

2. Validation géostatistique affinée, à l'échelle de l'Unité Terroir de Base.

Il s'agit de situer l'étude à l'échelle d'un système géologique, en caractérisant l'Unité Terroir de Base, définie selon le modèle roche, altération, altérite. Dans l'état d'avancement actuel de l'étude " Terroirs d'Anjou ", une surface de 19254 Ha présentant des potentialités viticoles, a été étudiée. Deux grands systèmes géologiques dominant nettement, en occupant 49,9 % de la surface. Il s'agit de la métagrauwacke du Briovérien (6088 Ha, soit 31.6 %) et des schistes gréseux verts de l'Ordovicien-Dévonien (3526 Ha, soit 18.3 %). Nous illustrerons les résultats obtenus, à l'aide du système géologique de la métagrauwacke (schiste gréseux ayant subi un métamorphisme) du Briovérien. Un exemple de répartition spatiale des diverses UTB rencontrées dans ce système, à l'échelle communale, est donné sur la carte 2.

Les modalités des principales variables étudiées sont ordonnées par ordre décroissant des fréquences rencontrées (tableau 2). La plupart des données du tableau 1 sont confirmées, mais un affinement est possible pour certaines variantes. Ainsi, l'altération de métagrauwacke, peu discriminée par le modèle général, s'inscrit majoritairement entre 50 et 90 m d'altitude et plutôt entre 50 et 70m. Son épaisseur de sol est comprise entre 60 et 100cm et plus particulièrement entre 60 et 80cm. On peut noter " un effet métagrauwacke " qui a tendance à augmenter la teneur en éléments grossiers des sols, et améliorer le drainage interne pour l'eau, quel que soit le milieu du modèle (tableau 2).

La texture estimée du sol montre une tendance à un alourdissement en surface, entre la roche et l'altérite, et une évolution franche vers le pôle argileux dès l'altération, pour la profondeur. Les analyses physico-chimiques faites sur des répétitions d'horizons profonds du sol (20 pour la variante roche, 16 pour l'altération et 7 pour l'altérite) confirment cette évolution : en moyenne la teneur en argile est de $11,7 \% \pm 5$ pour la roche, $28 \% \pm 12,7$ pour l'altération et $36,2 \% \pm 10$ pour l'altérite (Stéfanini Grazia, 1998). De même, le rapport fer libre / fer total qui peut rendre compte assez fidèlement de l'état d'altération des minéraux du sol (Baize, 1988), semble un bon indicateur du type de milieu défini par le modèle. Ce rapport prend les valeurs suivantes: 0.51 pour le milieu roche, 0.57 pour l'altération et 0.96 pour l'altérite.

Sur le plan des variables de fonctionnement, la répartition en fréquence des sondages par classe (tableau 2), tout comme les moyennes calculées (tableau 3), montrent des écarts importants entre milieux, qui devraient engendrer un comportement différent de la vigne. Ainsi, la moyenne de la réserve utile en eau calculée, passe de 40mm pour la roche à 100mm pour l'altération et jusqu'à 153mm pour l'altérite. Notons que le coefficient de variation montre une dispersion assez importante (33 %) pour le milieu roche, qui diminue fortement dans le cas de l'altérite (10 %). Un examen statistique plus poussé (figure 1), montre une répartition assez gaussienne de la population des sondages pour l'altérite, une dispersion plus grande pour la roche, mais deux populations distinctes pour l'altération, avec distribution bi-modale. Dans ce dernier cas, l'utilisation des critères gaussiens peut être remise en cause, et une certaine hétérogénéité dans l'alimentation en eau de la vigne est envisageable. Ces résultats traduisent le problème de la

variabilité géographique fonctionnelle du milieu naturel viticole, comme l'ont remarqué Méroutge et al., (1997), et la difficulté de sa prévision (Salvador et al., 1997). Il sera nécessaire, dans une phase ultérieure du travail, d'étudier la répartition spatiale des populations. En ce qui concerne le potentiel de précocité induite calculé, les distributions statistiques sont beaucoup plus satisfaisantes et le modèle gaussien semble respecté, même pour l'altération (figure 1). Statistiquement, chaque milieu se différencie bien par la répartition de sa population, et presque toute la gamme de variation théorique (20 à 60) du potentiel de précocité induite par le terroir est explorée.

3. Essai de validation du concept d'Unité Terroir de Base et du modèle associé, à l'aide d'une enquête viticole.

Nous illustrerons les résultats à partir de tris croisés issus des réponses à l'enquête viticole données par les vignerons, dans le cas du système géologique de la métagrauwacke. Nous disposons de 335 réponses pour le milieu roche, 127 pour l'altération et 207 pour l'altérite. La perception directe du comportement du sol (eau, température) confirme les résultats du tableau 1 pour les milieux roche et altérite.

Elle situe l'altération comme intermédiaire pour le comportement hydrique, mais la rapproche plus de la roche (c'est à dire sol plus chaud que la moyenne) pour la température du sol. Sur le plan de l'estimation de la température de l'air (figure 2), on note une augmentation nette à partir du milieu, altération de la fréquence des réponses "+ chaud que la moyenne" qui atteignent leur maximum pour la roche (47%). Pour l'altérite, le comportement inverse s'observe et pourrait s'expliquer par une altitude plus élevée, une ventilation plus forte, une pente faible à nulle, mais aussi un sol plus lourd et peu caillouteux en surface.

En perception indirecte, les résultats relatifs au comportement de la vigne sont intéressants à commenter (figure 2). Pour la précocité de la vigne au débourrement, 49% des réponses situent le milieu roche dans la modalité "+ forte que la moyenne". Cette fréquence diminue progressivement pour les milieux altération et altérite, parallèlement à une augmentation des réponses pour la modalité "+ faible que la moyenne".

Les réponses concernant le développement végétatif en année sèche, permettant d'estimer l'intensité du stress hydrique, sont moins discriminantes. Malgré tout, la modalité "+ faible que la moyenne" est citée dans 22 % des réponses pour le milieu roche, contre 11% pour l'altérite. Curieusement, c'est l'altération qui présente le plus fort pourcentage (34%) pour cette modalité. Un approfondissement concernant l'âge des vignes, le type de porte-greffe et la cinétique de croissance seront nécessaires, pour une meilleure compréhension du phénomène.

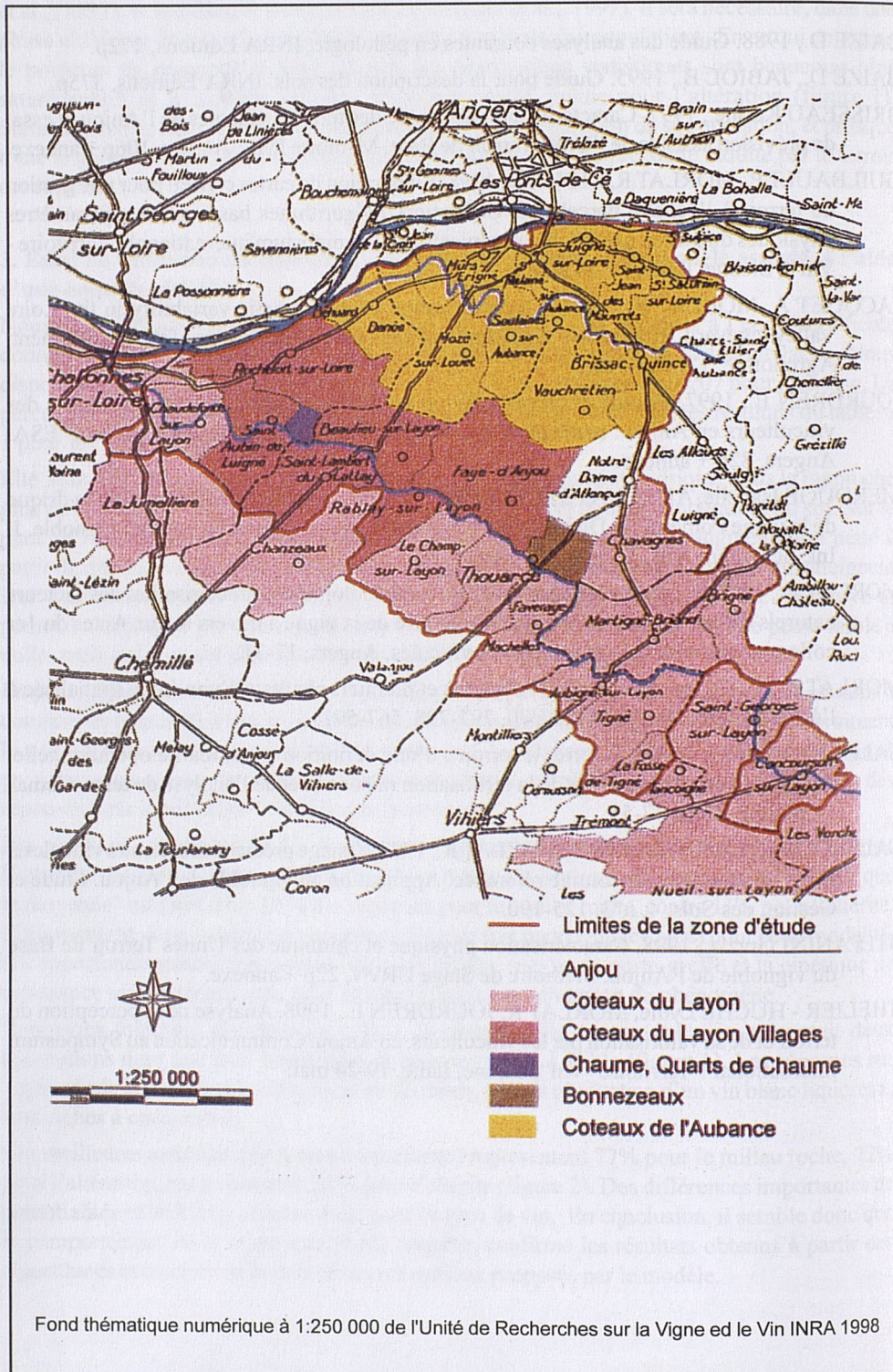
Rappelons toutefois que dans ce milieu, la réserve utile en eau calculée présentait deux populations dont une était située dans la zone moyenne à faible (figure 1). Les réponses sur l'aptitude de la parcelle à la surmaturation du raisin, pour la production d'un vin blanc liquoreux, sont riches à commenter.

Les meilleures aptitudes (de bonne à excellente) représentent 77% pour le milieu roche, 72% pour l'altération, mais chutent à 54 % pour l'altérite (figure 2). Des différences importantes de potentialités entre UTB, existent donc pour ce type de vin. En conclusion, il semble donc que le comportement de la vigne estimé par enquête, confirme les résultats obtenus à partir des algorithmes et discrimine correctement les milieux proposés par le modèle.

BIBLIOGRAPHIE

- BAIZE D., 1988. Guide des analyses courantes en pédologie. INRA Editions, 172p.
- BAIZE D., JABIOL B., 1995. Guide pour la description des sols. INRA Editions, 375p.
- BRISSEAU Karine., 1997. Caractérisation statistique des terroirs viticoles de l'Anjou et essai de prévision assistée de l'Unité Terroir de Base. Mémoire IMA. Angers. 106p + annexe.
- GUILBAULT P., MORLAT R., RIOUX D., 1998. Elaboration de cartes conseil pour une gestion du terroir à l'échelle parcellaire. Utilisation d'algorithmes basés sur des paramètres physiques du milieu naturel. Communication au Symposium international "Territoire - Vin", Sienna, Italie, 19-24 mai.
- JACQUET A., MORLAT R., 1997. Characterization of the climatic variability in the Loire Valley vineyard. Influence of landscape and physical characteristics of the environment. *Agronomie*, 17, 465-480.
- JOURDREN E., 1997. Qualification scientifique des terroirs à partir des connaissances des viticulteurs en Anjou : résultats d'une enquête parcellaire. Mémoire Ingénieur ESA. Angers. 82p + annexe.
- MEROUGE Isabelle, ARROUAYS D., SEGUIN G., 1997. Les sols et l'alimentation hydrique de la vigne Pomerol : I- Distribution et variabilité géographique des sols du vignoble. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 31, n°4, 157-164.
- MORLAT R., 1996. Eléments importants d'une méthodologie de caractérisation des facteurs naturels du terroir, en relation avec la réponse de la vigne à travers le vin. Actes du 1er colloque international sur les terroirs viticoles, Angers, 17-31.
- MORLAT R., 1997. Terroirs d'Anjou : objectifs et premiers résultats d'une étude spatialisée à l'échelle régionale. *Bull O.I.V.*, 70, 797-798, 567-591.
- SALETTE J., 1997. Le sol, la terre, le terroir : d'une définition à une réalité opérationnelle. Actes des 3èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre. Gemas - Comifer, Blois, 47-53.
- SALVADOR S., LAGACHERIE P., MORLAT R., 1997. Zonage prédictif des terroirs viticoles, à partir de secteurs pris comme référence. Application au vignoble de l'Anjou. *Etude et Gestion des Sols*, 4, n°3, 175-190.
- STEFANINI Grazia., 1998. Caractérisation physique et chimique des Unités Terroir de Base du vignoble de l'Anjou. Mémoire de Stage URVV, 22p + annexe.
- THELIER - HUCHE Lydie, MORLAT R., JOURDREN E., 1998. Analyse de la perception du terroir et de sa valorisation par les viticulteurs, en Anjou. Communication au Symposium international "Territoire - Vin", Sienna, Italie, 19-24 mai.

Carte 1. Emboitement des diverses appellations d'origine sur la zone d'étude



Carte 2. Unités Terroir de Base de la commune de Saint-Lambert-du-Lattay (Anjou, France)



MILIEU Modèle	Variables significatives (Caractérisation terrain) (7547 points)	Variables significatives (Enquête parcellaire) (2579 parcelles)
Roche	Altitude entre 30 et 70m Paysage moyennement ouvert Pente moy, Sommet butte Epaisseur sol < 60 cm Eléments grossiers > 25 % Réserve eau faible à moyenne Drainage bon à très bon	Température air + forte Risque de gel fort Epaisseur sol < 50 cm Teneur forte élém grossiers Sol chaud, séchant Précocité débourr + forte Vigueur toujours + faible
Altération	Pente faible, plateau Epaisseur sol > 60 cm Eléments grossiers 0, 5 à 25 % Réserve eau faible à forte Drainage correct à faible	Gel faible Epaisseur sol > 80 cm Teneur faible élém grossiers Précocité débourr + faible
Altérite	Altitude > 70m Pente faible, thalweg léger, plateau Epaisseur sol > 100 cm Eléments grossiers 0,5 à 15 % Réserve eau moyenne à forte Drainage faible à mauvais	Temp air + faible, à moy Risque gel faible Epaisseur sol > 80 cm Teneur faible élém grossiers Sol froid, humide Précocité débourr + faible Vigueur toujours + forte

Tableau 1. Variables de caractérisation des terroirs significatives (Valeur test > 1.96) en A.C.M., en liaison avec les milieux générés par un modèle de terrain, en Anjou.

MILIEU (Modèle)		Roche (669 sondages)	Altération (519 sondages)	Altérite (417 sondages)
Réserve en eau calculée	Moyenne (mm) Coeff Var %	42 33	100 27	153 10
Note Potentiel * Vigueur vigne	Moyenne Notes Coeff Var %	10 13	6.7 28	4.4 16
Note Potentiel** Précocité vigne	Moyenne Notes Coeff Var %	48 6	41 12	32 10.5

* faible [10-12] ; moyen [7-10] ; fort [4-7]. calculé par algorithme.

** faible < 32 ; normal à faible [32-40] ; normal à fort [40-48] ; fort > 48. calculé par algorithme (Guilbault et al, 1998).

Tableau 3. Moyennes et Coefficients de variation calculés pour les variables de fonctionnement, selon les milieux du modèle appliqué au système Métagrauwaque du Briovérien, en Anjou.

MILIEU	(Modèle)	Roche (669 sondages)	Altération (519 sondages)	Altérite (417 sondages)
Environnement paysager	Topographie	Pente moy (28%) * Pente forte (20%) Pente faible (19%)	Pente moy (36%) Pente faible (28%) Plateau (16%)	Pente faible (31%) Pente moy (29%) Plateau (26%)
	Altitude	50 à 70m (42%) 30 à 50m (33%) 70 à 90m (21%)	50 à 70m (46 %) 70 à 90m (27%) 30 à 50m (24%)	50 à 70m (47%) 70 à 90m (35%) 30 à 50m (14%)
Environnement géopédologique	Epaisseur sol	40 à 60cm (52%) 20 à 40cm (38%)	60 à 80cm (40%) > à 100cm (36%) 80 à 100cm (23%)	> à 100cm (91%)
	Eléments grossiers (granieus + cailloux)	25 à 50 % (54%) 15 à 25 % (34%) > à 50 % (9%)	15 à 25 % (69%) 5 à 15 % (16%) 25 à 50 % (14%)	5 à 15 % (46%) 15 à 25 % (42%) 0 à 5 % (8 %)
	Texture 0-40 cm	LSA (52%) SA (24%)	LSA (58%) LAS (17%)	LSA (45%) LAS (32%)
	Texture >40 cm	Roche (43%) LSA (33%)	LSA (37%) A (35%)	A (54%) AL (25%)
	Drainage naturel eau	bon (47%) très bon (35%)	bon - correct (73%) passable (15%)	faible (54%) passable (24%) correct (12%)
Variables de fonctionnement	Réserve utile en eau	0-50mm (66%) 50-100mm (34%)	50-100mm (57%) 100-150mm (42%)	> 150mm (67%) 100-150mm (31%)
	Potentiel de Précocité	Fort (60%) Normal- fort (39%)	Normal-fort (50%) Normal-faible (38%) Fort (9%)	Faible (49%) Norm-faible (47%)
	Potentiel de vigueur	Faible (65%) Moyen (35%)	Moyen (56%) Fort (43%)	Fort (98 %) Moyen (2 %)

* Pourcentage de sondages recensés dans la classe mentionnée.

Tableau 2. Exemple d'étude statistique des valeurs des principales variables d'état et de fonctionnement du système terroir / vigne. (Métagrauwaque du Briovérien, en Anjou).

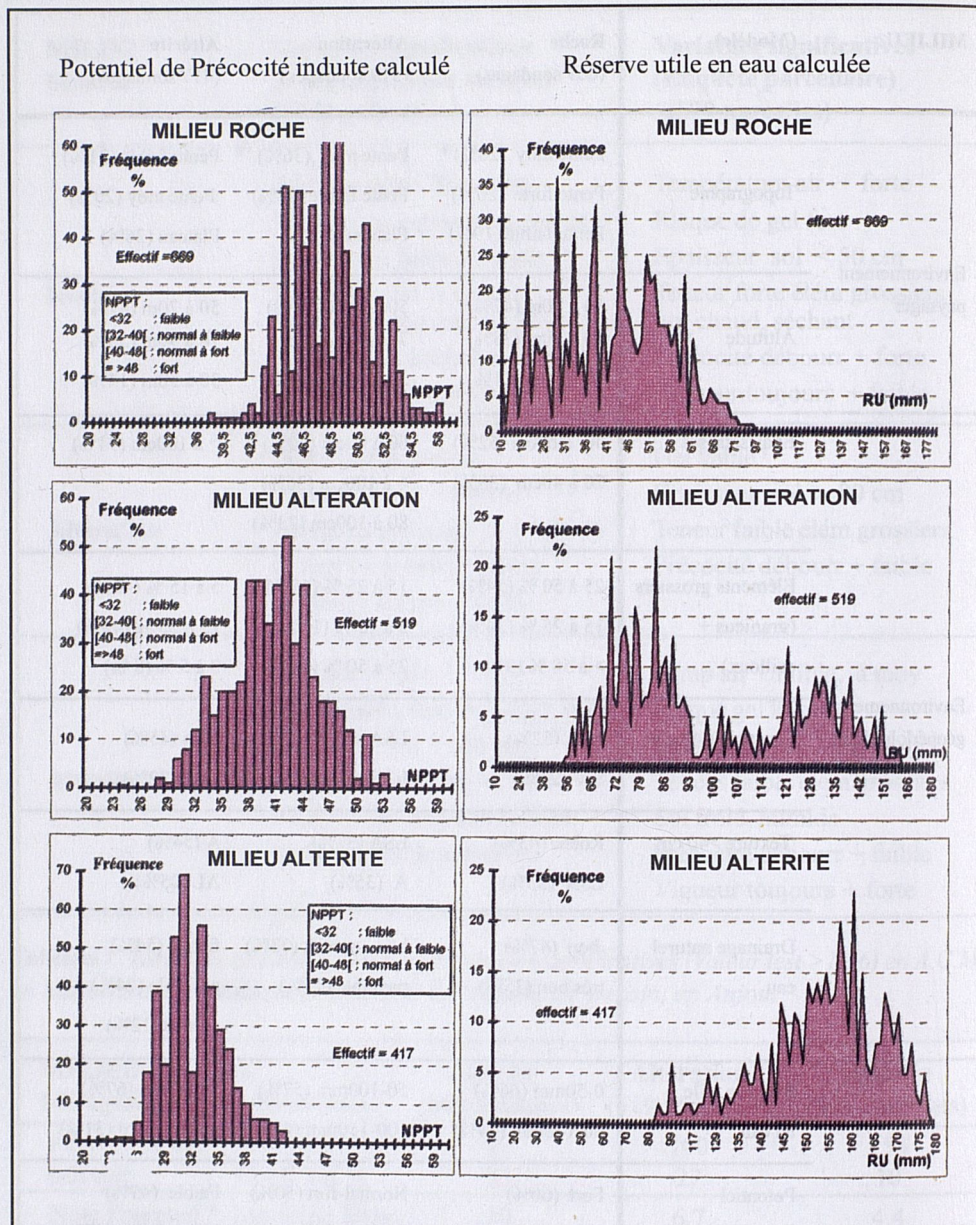


Figure 1. Distribution statistique de la population des sondages, selon le milieu généré par le modèle, pour deux variables de fonctionnement majeures du terroir, dans le cas du système géologique "métagrauwake du Briovérien", en Anjou.

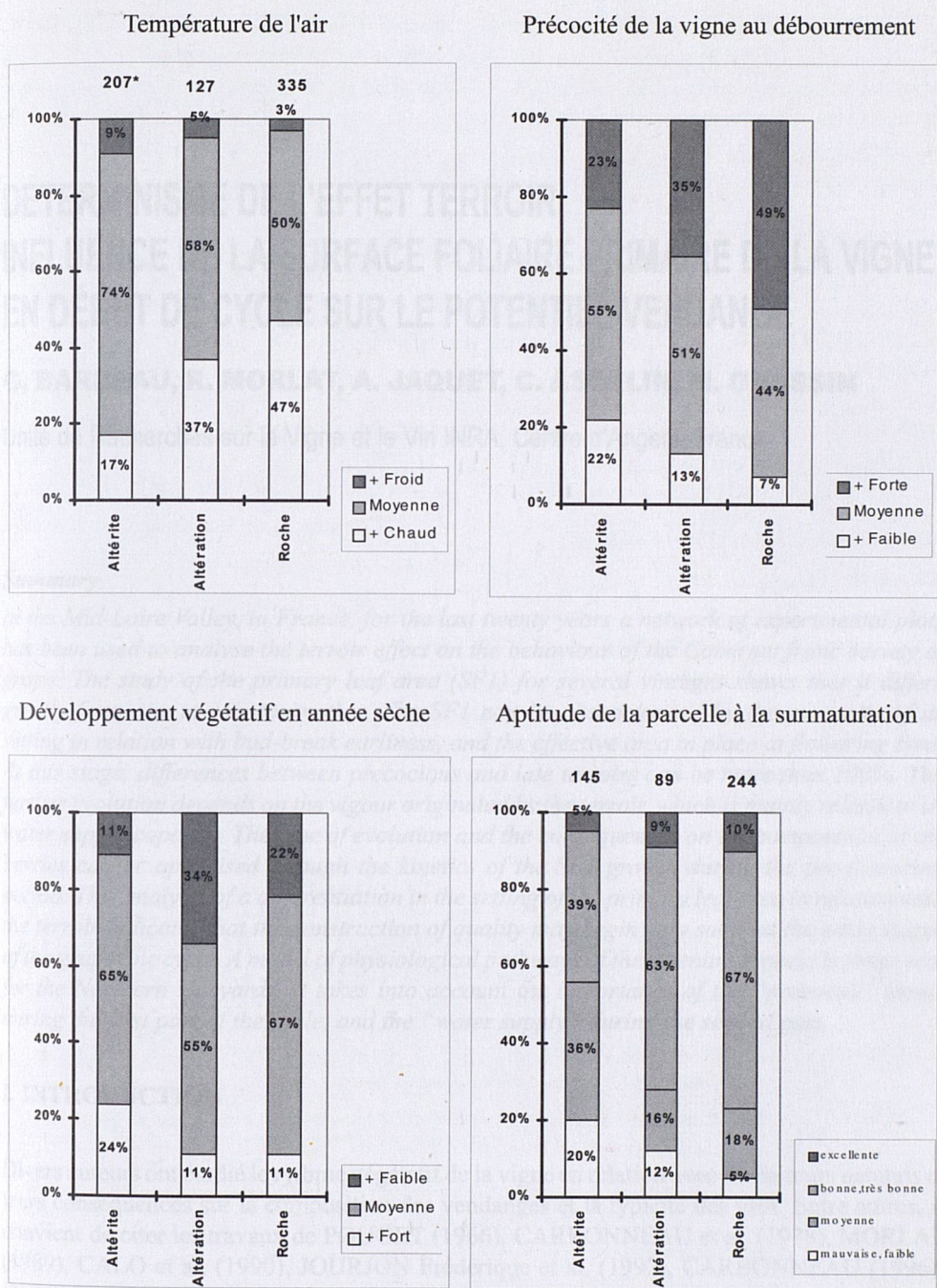


Figure 2. Perception directe et indirecte du terroir par les viticulteurs (Enquête Terroirs d'Anjou). Système géologique de la Métagrauwake du Briovérien.