IMPACT DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX DU TERROIR ET DES PRATIQUES VITICOLES SUR L'EXPRESSION DES SYMPTOMES LIES AUX MALADIES DU BOIS

Exemple sur le vignoble du Val de Loire

Utilisation croisée d'une cartographie des terroirs viticoles et d'une enquête parcellaire

---

Etude réalisée par la Cellule Terroirs Viticoles avec le soutien financier d'InterLoire, interprofession des Vins de Loire, et de Viniflhor

Introduction

Les dégâts occasionnés par les Maladies du Bois sur les vignobles sont malheureusement de plus en plus importants et mettent en danger la pérennité des exploitations. Le champ des études scientifiques et techniques à réaliser pour tenter d'endiguer ce phénomène reste très large : compréhension des mécanismes de ces maladies, meilleure connaissance des champignons et des toxines mis en cause, recherche de traitements préventifs ou curatifs, conditions de propagation de la maladie et d'expression des symptômes, etc.

Parmi ces thématiques de recherche et sachant que les ceps infectés ne développent pas les symptômes foliaires de façon systématique et régulière, il est apparût important d'étudier les facteurs environnementaux du terroir (géologie, pédologie, méso-climat) et les pratiques agro-viticoles qui pourraient avoir une influence sur les conditions d'expression de ces symptômes. Dans ce cadre et afin de mieux identifier les facteurs favorisant l'expression des symptômes liés à ces maladies du bois, une enquête à l'échelle du Val de Loire a été organisée par la Cellule Terroirs Viticoles (CTV) avec le soutien financier d'InterLoire et de Viniflhor. L'objectif de cette enquête était de croiser la sensibilité des parcelles aux maladies du bois avec leurs caractéristiques environnementales (géologie, profondeur de sol, réserve en eau etc.) et les pratiques agro-viticoles afin d'identifier d'éventuels facteurs à risque et/ou facteurs limitant.

Méthodologie d'étude

La zone d'étude est située sur les vignobles du Val de Loire ayant bénéficié d'une cartographie des terroirs viticoles par la CTV (figure 1).

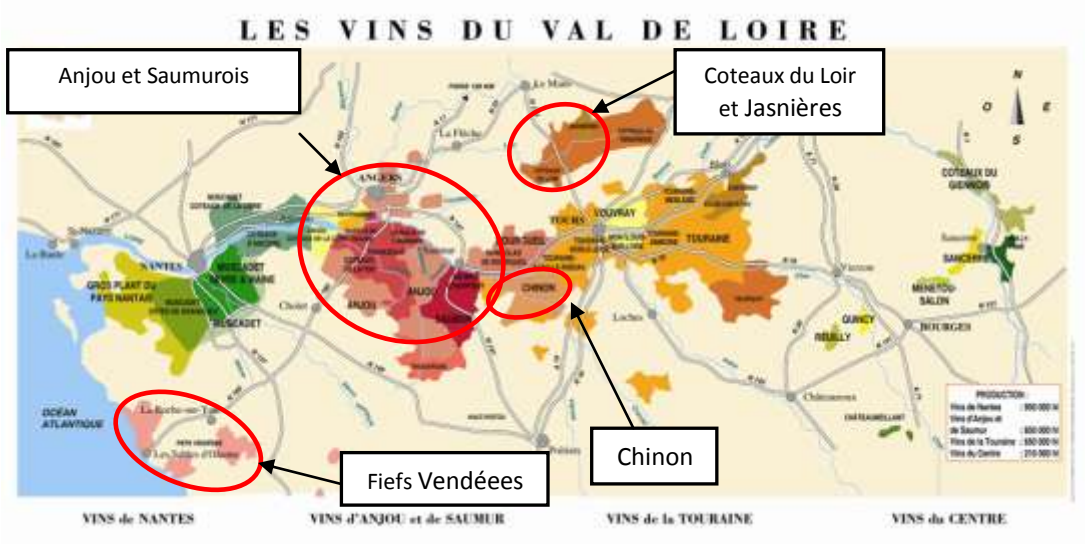


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (source de la carte: www.vinsdeloire.fr)

Sur ces vignobles, les caractéristiques géo-pédologiques de chaque parcelle ont été observées et mesurées sur le terrain au cours des diverses campagnes de cartographie puis informatisées dans

une base de donnée et spatialisées avec l'aide d'un Système d'Information Géographique. Parallèlement à la gestion de ces données géo-pédologiques, les pratiques agro-viticoles de certaines parcelles ont été renseignées sous les mêmes logiciels lors d'enquêtes réalisées au cours des études cartographiques auprès de viticulteurs représentatifs de chaque vignoble.

Sur ces parcelles, l'acquisition des données relatives aux maladies du bois a été réalisée par une nouvelle enquête au cours de l'été 2008. En fonction des données parcellaires spatialisées déjà disponibles, 166 dossiers ont été élaborés comprenant la localisation géographique du parcellaire de chaque exploitation (figure 2) et le questionnaire parcellaire « maladies du bois » à remplir par le viticulteur. Il s'agissait de questions visant à vérifier les principales caractéristiques des parcelles dans les bases de données ou à compléter les données existantes : cépage, année de plantation, clone, porte-greffe et densité de plantation. Les autres questions concernant les maladies du bois étaient :

- Utilisation de l'arsénite de sodium avant 2001 (oui ou non)
- Prétaillage (oui ou non)
- Destination des sarments (broyés, broyés enfouis, brûlés…)
- Origine des plants (nom de la pépinière ayant fourni les plants)
- Sensibilité de la parcelle (de 0, absence, à 5, très sensible)
- Nombre de ceps morts en 2007
- Nombre de ceps touchés en 2008 par l'eutypiose
- Nombre de ceps touchés en 2008 par l'esca/BDA.

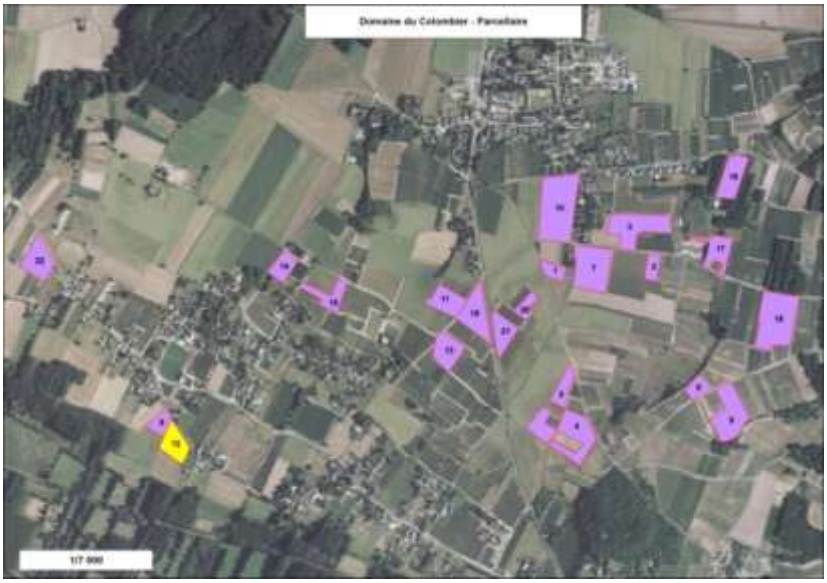


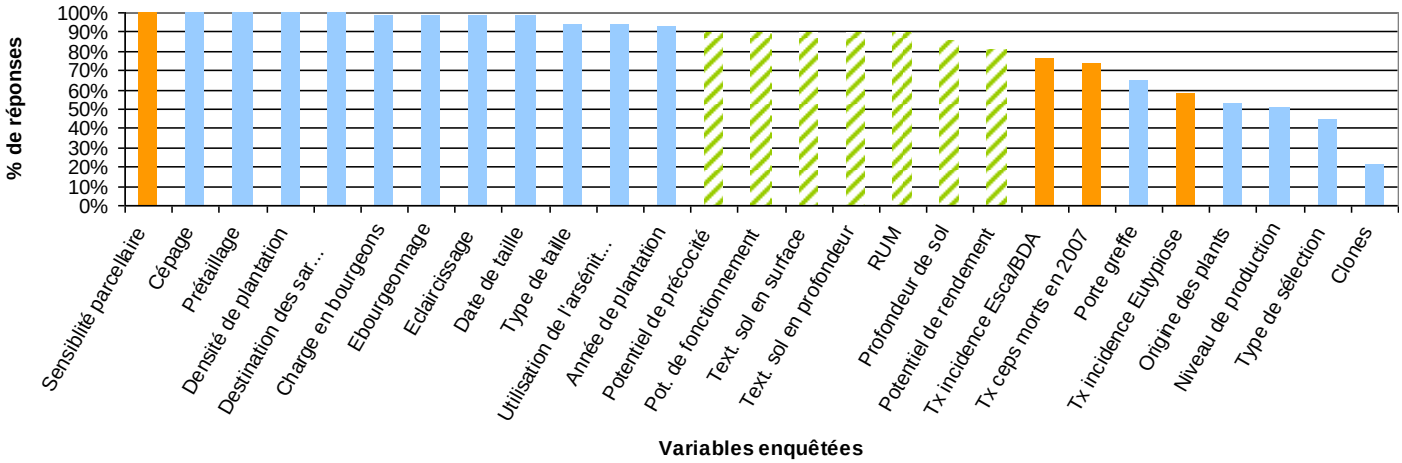
Figure 2 : localisation géographique d'un parcellaire viticole (unités culturales)

Afin de limiter les sources de variations et faciliter le traitement des données, il a été choisi de ne travailler que sur les cépages Chenin et Cabernet Franc. L'Esca et le BDA ayant des symptômes relativement proches pour des non initiés, ces deux maladies ont été regroupées pour cette étude. Les 166 exploitations ont reçu leur dossier par courrier électronique (ou par courrier postal pour celles qui en avaient fait la demande) au début de l'été 2008, le retour étant demandé pour le début du mois de septembre.

Principaux résultats

Résultats préliminaires

Avec l'aide de relais locaux (groupement de développement viticole de la Sarthe, Syndicat de Chinon, Cave de Saumur) et de communication dans les médias spécialisés, 80 dossiers ont été retournés pour un total de 1540 unités culturales renseignées. Ce taux de réponse avoisinant les 50 % est très important et souligne l'intérêt et la préoccupation des viticulteurs sur cette thématique des maladies du bois ; ce taux de réponse est égal à 77 % pour les dossiers envoyés par courrier postal et diminue à 28 % pour les dossiers envoyés par courrier électronique. Si ce taux moyen de réponse est satisfaisant, les unités culturales ne comprenaient cependant pas toutes l'ensemble des données ou des réponses (pratiques agroviticoles non renseignées lors des campagnes de cartographie précédentes, absence de réponse à certaines questions etc.).



Graphique 1 : graphique du taux de réponses ou de données disponibles par rapport aux 1540 UC enquêtées

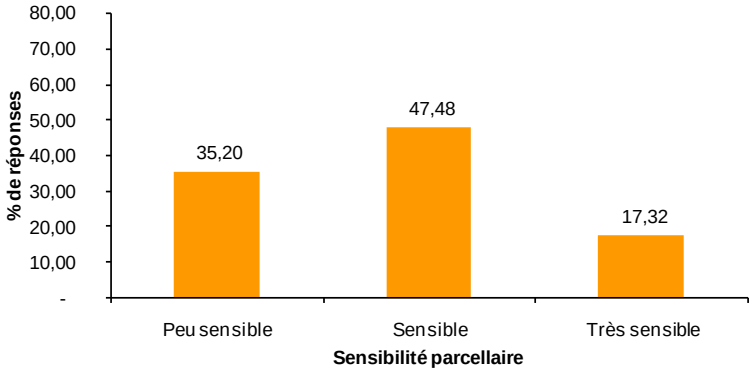
Le graphique 1 indique le pourcentage des données ou réponses obtenues sur l'ensemble des unités culturales. Il est à noter ainsi que 10 % des parcelles environ ne peuvent être renseignées au niveau des variables géo-pédologiques (variables observées ou mesurées), il s'agit de parcelles trop hétérogènes au niveau du sol et donc non exploitables statistiquement (parcelles recoupées par 2 ou 3 types de sol différents). En ce qui concerne les réponses des viticulteurs et les questions relatives aux maladies du bois (variables à expliquer), tous les viticulteurs indiquent un niveau de sensibilité parcellaire général sur chacune de leurs parcelles. En revanche, seules 70 à 75 % des parcelles sont renseignées en termes de taux d'incidence ESCA/BDA et en termes de taux de ceps morts, ce pourcentage chutant même en dessous de 60 % pour la réponse concernant l'Eutypiose. En ce qui concerne les pratiques agroviticoles (prétaillage, destination des sarments, date de taille, année de plantation etc.), les parcelles sont dans l'ensemble bien renseignées (plus de 90 % des parcelles). Concernant le matériel végétal, si le cépage est bien évidemment toujours renseigné, il est intéressant de constater que les viticulteurs connaissent beaucoup moins les porte-greffe utilisés sur leurs parcelles (moins de 65 % des parcelles), l'origine de leurs plants (pépiniériste) ou encore le numéro de clone (seules 20 % des parcelles possède cette donnée). Si ces résultats peuvent

s'expliquer pour les parcelles relativement anciennes, il reste surprenant sur la totalité du jeu de données.

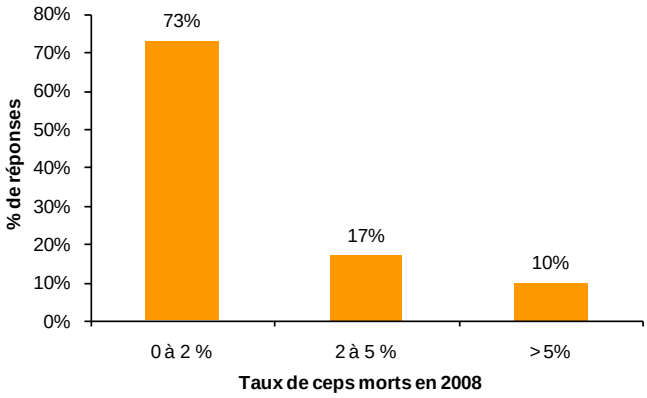
Ces taux de réponses différents ne facilitent pas l'exploitation statistique des données et l'effectif sera précisé pour chacune des variables étudiées pour se rendre compte de la représentativité des résultats. Sur les 1540 parcelles étudiées, 65 % sont plantées en Cabernet franc et 35 % en Chenin. L'âge des parcelles est assez bien réparti puisque les quartiles se situent aux années 1996 (< à 12 ans), 1986 (de 12 à 22 ans) et 1971 (de 22 à 37 ans et > à 37 ans).

Résultats généraux concernant les maladies du bois

Les graphiques 2, 3, 4 et 5 représentent respectivement les taux de sensibilité parcellaire (indication générale, sur 1540 UC), le taux de ceps morts en 2007 (sur 1134 UC), le taux d'incidence de l'Eutypiose en 2008 (sur 898 UC) et le taux d'incidence de l'ESCA/BDA en 2008 (sur 1170 UC).

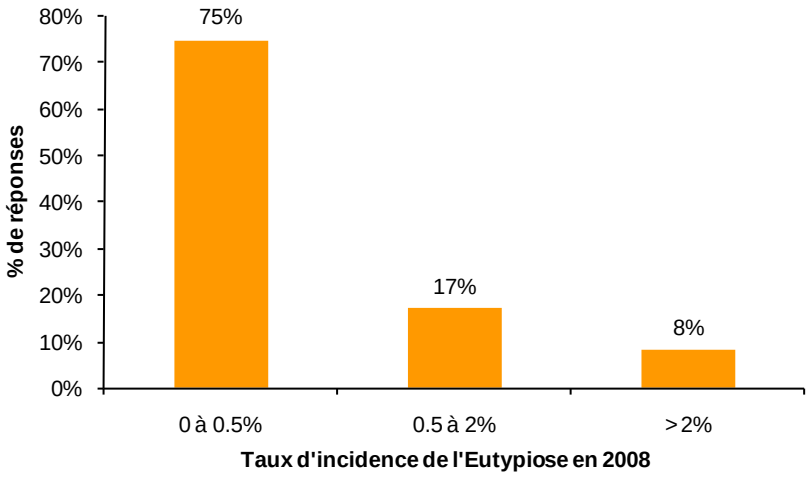


Graphique 2 : répartition des sensibilités parcellaires aux maladies du bois des parcelles enquêtées



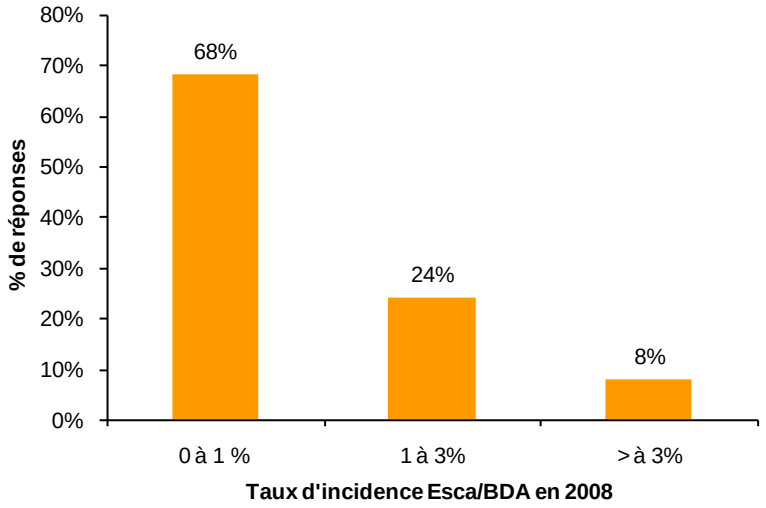
Graphique 3 : répartition du taux de ceps morts des parcelles enquêtées

Le taux moyen de ceps morts en 2007 est de 2.01%, les valeurs s'échelonnent de 0 à 30.81%. Cette valeur semble logique au regard des valeurs régionales de l'Observatoire National sur les Maladies du Bois (ONMB) même si elle est légèrement supérieure (1.67% en Val de Loire).



Graphique 4 : répartition du taux d'incidence de l'Eutypiose en 2008 des parcelles enquêtées

Le taux de ceps présentant les symptômes d'Eutypiose en 2008 varie entre 0 et 24.73%. La moyenne est de 0.55% avec un écart-type de 1.45. Cette valeur de 0.55 % est nettement inférieure au taux d'incidence de l'Eutypiose au niveau national ou régional (source ONMB). Elle semble en revanche assez proche de la valeur nationale des symptômes sévères d'Eutypiose observés entre 2003 et 2007 (0,43 %). La valeur issue des données de cette étude correspond plus aux formes sévères de l'Eutypiose qu'au taux d'expression total de cette maladie. De plus, de nombreux viticulteurs n'ont pas renseigné cette colonne (près de 42% d'information manquante). D'après les données de l'étude, 52 % des parcelles sont saines, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'expression des symptômes en 2008 sur ces parcelles, ce qui est légèrement supérieur à la valeur nationale moyenne de l'ONMB sur 5 ans (45 % de parcelles saines).



Graphique 5 : répartition du taux d'incidence de l'Esca/BDA en 2008 des parcelles enquêtées

Le taux moyen de ceps présentant les symptômes d'Esca/BDA en 2008 varie entre 0 et 32%. La moyenne est de 1.02% et l'écart-type de 1.83. De nouveau, cette valeur moyenne se trouve en deçà des valeurs nationales ou régionales. Les viticulteurs ont vraisemblablement comptés les ceps présentant des symptômes sévères d'Esca voire uniquement les symptômes apoplectiques menant à la mortalité du cep. Dans ce cas, notre valeur semblerait de ce fait plus cohérente avec la valeur nationale des symptômes sévères d'Esca/BDA observés entre 2003 et 2007 (1,31 %). D'après les données de l'étude, 23 % des parcelles sont saines c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'expression des symptômes en 2008 sur ces parcelles, ce qui est conforme à la valeur nationale moyenne de l'ONMB sur 5 ans (24 % de parcelles saines).

Concernant les corrélations entre ces données (tableau 1), il est intéressant de signaler que l'indice de sensibilité parcellaire, le taux de ceps morts et le taux d'incidence Esca/BDA sont statistiquement plus corrélés entre eux qu'avec le taux d'incidence de l'Eutypiose.

	Taux de ceps morts en 2007	**Taux d'incidence de l'eutypiose en 2008**	**Taux d'incidence de l'esca/BDA en 2008**	**Sensibilité parcellaire**
Taux de ceps morts en 2007	1	0.252	0.513	0.515
Taux d'incidence de l'eutypiose en 2008	0.252	1	0.271	0.295
Taux d'incidence de l'esca/BDA en 2008	0.513	0.271	1	0.42
Sensibilité parcellaire	0.515	0.295	0.42	1

Tableau 1 : Tableau des corrélations R entre les variables à expliquer deux à deux

En conclusion sur ces premiers résultats, il est important de rappeler que ces données sur les maladies du bois sont issues d'observations par les viticulteurs et qu'il ne s'agit en aucun cas de comptages et de suivis précis réalisés par des techniciens possédant une maîtrise de l'ensemble des stades de chacune des maladies. Même s'il existe une certaine hétérogénéité, les viticulteurs ont semble-t-il plus facilement repéré les formes sévères des maladies du bois et les résultats de cette étude concerneront donc essentiellement l'influence des pratiques ou des facteurs environnementaux sur ces formes terminales et non pas sur l'ensemble des symptômes (formes initiales).

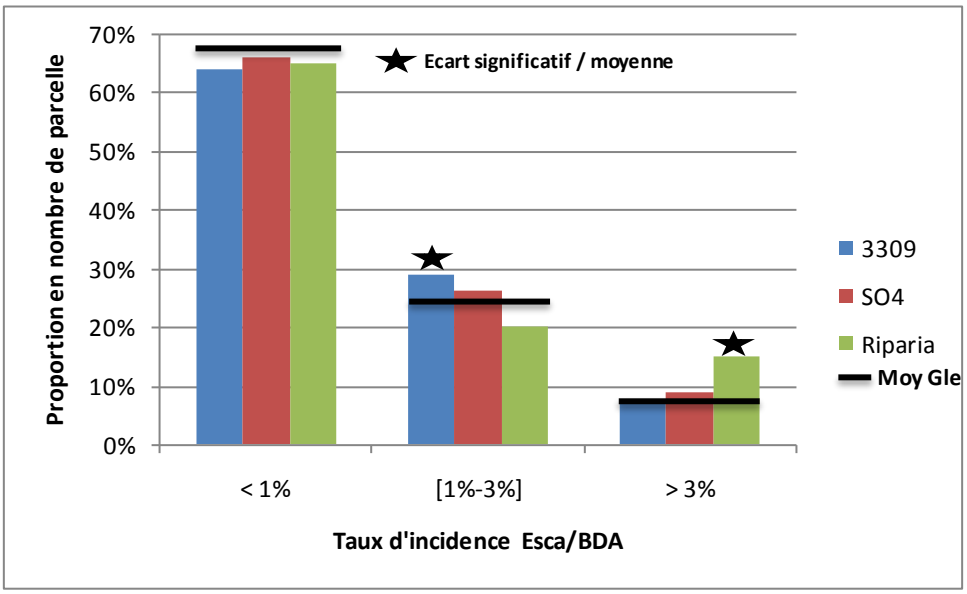
Résultats concernant l'influence du matériel végétal sur les maladies du bois

- Le cépage

Concernant le cépage**, le Chenin apparaît plus sensible aux maladies du bois que le Cabernet Franc**. D'après les résultats de notre enquête, le Cabernet Franc ressort peu sensible à l'Eutypiose et moyennement sensible à l'Esca/BDA, alors que le Chenin est très sensible à ces deux maladies. Les **taux de mortalité élevés** se rencontrent également plus souvent sur les parcelles de **Chenin**.

- Le porte-greffe

Tous cépages confondus (Chenin et Cabernet Franc) et pour les principaux porte-greffe utilisés, le SO4 présente une sensibilité à la mortalité supérieure au 3309C ou au Riparia. En revanche, concernant le **taux d'Esca/BDA** (graphique 6), **le Riparia (86 parcelles) apparaît comme plus sensibilisant que le SO4 (238 parcelles) et le 3309C (299 parcelles)**. Les résultats sont similaires pour l'Eutypiose, le SO4 étant cependant légèrement plus sensible que le 3309C.

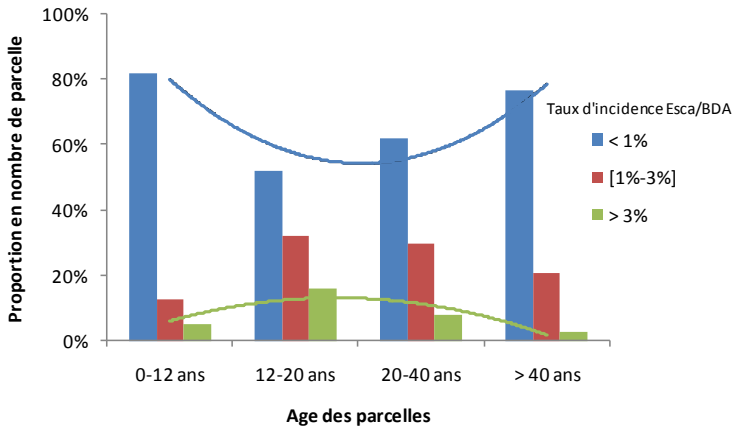


Graphique 6 : Influence du porte-greffe sur le taux d'incidence Esca/BDA

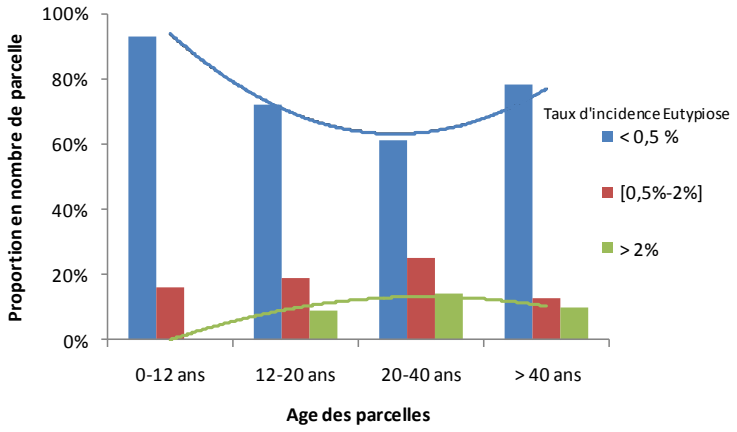
D'après le jeu de données de cette étude, le porte-greffe le moins sensible à l'Eutypiose et à l'Esca/BDA serait le 5BB mais les effectifs sont plus limités (une quarantaine de parcelles)

- Age de la parcelle

L'âge de la parcelle influence de façon très significative le taux d'incidence de l'Eutypiose et de l'Esca/BDA, mais pas de façon similaire. En effet pour **l'Esca/BDA**, ce sont les parcelles âgées **de 12 à 20 ans** qui sont les plus touchées (graphique 7), alors que pour **l'Eutypiose** il s'agit plutôt des parcelles âgées **20 à 40** ans même si celles de 12-20 ans ont un taux d'incidence également plus élevé que la moyenne (graphique 8). Concernant la **mortalité**, la classe **12 à 20 ans** est également **la plus touchée**, alors que les plus jeunes vignes (0 à 12 ans) sont celles présentant le moins de mortalité.



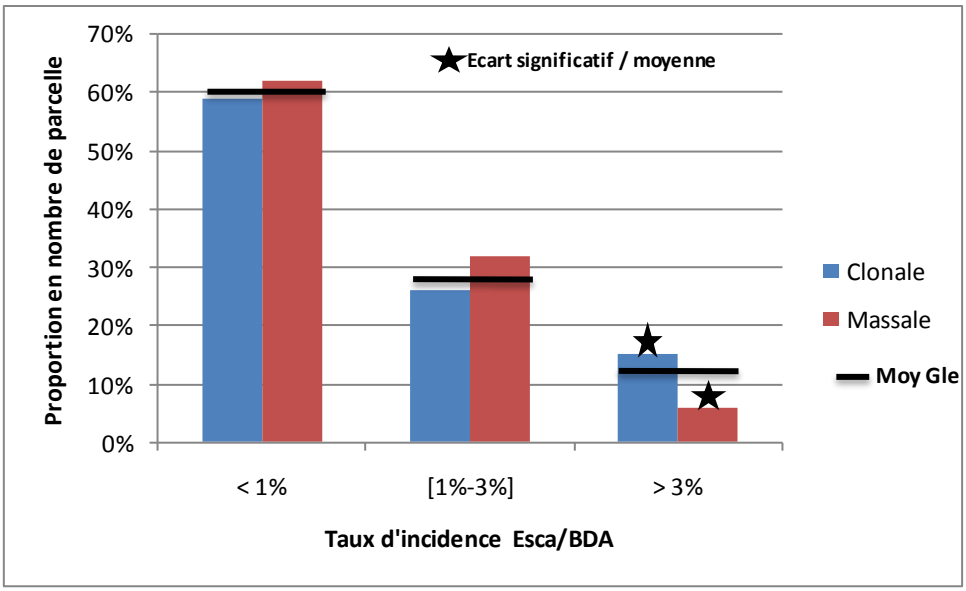
Graphique 7 : Influence de l'âge de la parcelle sur le taux d'incidence Esca/BDA



Graphique 8 : Influence de l'âge de la parcelle sur le taux d'incidence Eutypiose

- <u>Type de sélection</u>

La distinction entre la sélection clonale et massale n'est pas significative concernant une éventuelle influence sur le taux de mortalité ou sur le taux d'incidence de l'Eutypiose ; en revanche, une sélection clonale (70 % des parcelles) semble favoriser un taux d'incidence élevé de l'Esca/BDA, alors qu'une sélection massale (30 % des parcelles) tendrait à le réduire (graphique 10).



Graphique 10 : Influence du type de sélection sur le taux d'incidence Esca/BDA

Ceci étant dans notre jeu de données, le type de sélection et l'âge de la vigne ne sont pas indépendants. Aussi, les parcelles plantées **en sélection clonale** ont un âge moyen de **16 ans** alors que celles plantées en **massale** sont en moyenne beaucoup plus âgées **(39 ans)**. S'il existe un effet statistiquement significatif du type de sélection sur l'expression de l'Esca/BDA, il est donc cependant impossible de conclure sur cette variable puisque que ces différences observées peuvent être dues à l'âge de la vigne, les massales étant situées dans les classes d'âge les moins touchées, contrairement aux parcelles plantées en clonales (classe d'âge la plus touchée).

A partir de ces résultats, il est apparu intéressant de travailler sur les relations entre les maladies du bois observées par les viticulteurs sur leurs parcelles et les clones plantés. Le très faible taux de réponse à la question parcellaire relative au clone utilisé, associé à la diversité des réponses, induit des effectifs trop faibles par clone pour pouvoir exploiter les données de façon statistique. Pour traiter cette question autour de l'éventuel influence d'un ou plusieurs clones sur l'apparition des symptômes de maladies du bois, il faudrait une étude spécifique sur le matériel végétal.

- <u>La densité de plantation</u>

La densité de plantation semble influencer de façon minime les taux d'incidence de l'Eutypiose et de l'Esca/BDA. En effet, la classe « densité élevée » (> 5500 ceps/ha) favoriserait un taux d'incidence à l'Eutypiose élevé, contrairement aux plus faibles densités (< 5000 ceps/ha) qui affichent un taux d'incidence à l'Eutypiose plus faible que la moyenne. En revanche concernant les taux d'incidence Esca/BDA les plus élevés, aucune différence significative n'apparaît entre les différentes classes de densité. Concernant les taux d'incidence Esca/BDA faibles, la classe représentée par les densités les plus fortes apparait statistiquement plus favorable à une faible expression des symptômes. En résumé et d'après l'enquête, **les vignes plantées de façon plus dense seraient plus sensible à l'Eutypiose mais moins sensible à l'Esca/BDA.**

- Origine du matériel végétal

L'influence du pépiniériste ayant fourni le matériel végétal sur l'expression des maladies du bois est **statistiquement hautement significative**. Seules ont été conservées les réponses correspondant à plus de 40 parcelles pour un même pépiniériste (soient 7 pépiniéristes) ; les pépiniéristes A et B étant très fortement représentés avec respectivement 334 parcelles (35 % des réponses) et 172 parcelles (18 % des réponses), les 6 autres pépiniéristes retenus étant représentés avec un nombre de parcelles relativement comparable compris entre 40 et 77. D'après les réponses des viticulteurs, les parcelles provenant de chaque pépiniériste ont été étudiées et la segmentation suivante ressort :

1. Parcelles provenant des pépinières A, D et C

Les parcelles provenant des **pépinières A et C** peuvent être considérées comme **moins sensibles à l'Eutypiose** que la moyenne, elles présentent en effet des effectifs très nettement supérieurs à la moyenne pour la classe d'incidence faible (0 à 0,5 %). Ces parcelles sont dans la moyenne concernant le taux d'incidence Esca/BDA.
Les parcelles provenant de **la pépinière D** peuvent être considérées comme **moins sensibles à l'Esca/BDA** que la moyenne, elles présentent en effet des effectifs très nettement supérieurs à la moyenne pour la classe d'incidence faible (0 à 1 %). Ces parcelles sont dans la moyenne concernant le taux d'incidence Eutypiose.

2. Parcelles provenant de la pépinière G

Aucune différence significative n'est observée pour ces parcelles (Eutypiose ou Esca/BDA), elles se situent dans la moyenne générale des données de l'étude.

3. Parcelles provenant des pépiniéristes B, E et H

Les parcelles provenant de **la pépinière H** peuvent être considérées comme légèrement plus **sensibles à l'Eutypiose et à l'Esca/BDA** puisqu'elles sont plus fortement représentées dans les classes intermédiaires des taux d'incidence (0,5 à 2 % pour l'Eutypiose, 1 à 3 % pour l'Esca/BDA).
Les résultats pour l'Eutypiose sont identiques pour les parcelles provenant de **la pépinière B**, en revanche ces dernières paraissent encore **plus sensibles à l'Esca/BDA** puisqu'elles sont plus fortement présentes dans la classe élevée du taux d'incidence (> à 3 %). Les taux de mortalité sont également plus élevés que la moyenne sur ces parcelles.

Enfin, les parcelles provenant de **la pépinière E** apparaissent comme **très sensibles aux deux maladies** puisqu'elles sont beaucoup plus présentes dans les classes élevées des taux d'incidence que la moyenne générale des autres parcelles. En revanche, si les taux d'incidence concernant l'expression des symptômes sont plus élevés que la moyenne sur ces parcelles, le taux de mortalité y apparaît moins élevé

Mise à part les parcelles provenant des pépinières A et B, il faut signaler les effectifs assez réduits pour les autres pépinières (entre 40 et 77), ce qui conduit à une certaine prudence concernant ces résultats. De plus, **ces résultats ne sauraient être interprétés comme mettant en cause ou en valeur les pépiniéristes** puisque l'étude n'a pas été réalisée à la sortie des pépinières, mais chez les viticulteurs et sur des vignes déjà en place depuis de nombreuses années et ayant donc pu subir d'autres pressions extérieures. Il est ainsi important de rappeler que l'agent responsable de l'Eutypiose, *Eutypa lata,* n'a jamais été retrouvé sur le matériel végétal en pépinière, la cause d'une

expression plus forte de cette maladie serait donc plus à rechercher au niveau des contaminations potentielles post-plantation (parcelles avoisinantes, autres plantes porteuses de l'inoculum) que dans l'origine des plants. Concernant l'Esca/BDA, les pratiques des pépiniéristes pourraient cette fois ci influencer les taux d'incidence observés puisque contrairement à *Eutypa lata,* certains champignons impliqués dans l'Esca/BDA se retrouvent dans les observations réalisées en pépinières. Seule une étude in situ chez ces pépiniéristes concernés pourrait permettre d'identifier des pratiques à risque ou mettre en évidence des problèmes liés à la provenance du matériel (parcelles de multiplication). Cependant, si l'origine des plants peut influencer l'expression de l'Esca/BDA, il ne faut pas non plus oublier l'ensemble des autres contaminations possibles post-plantation (exo-inoculum).

La synthèse de l'influence des variables « matériel végétal » sur les maladies du bois est présentée dans le tableau ci-dessous :

Cépage	Cabernet Franc moins sensible aux maladies du bois que le Chenin
Porte-greffe	Riparia augmenterait l'expression des maladies du bois
	3309 et 5BB : expression inférieure
Année de plantation	1988-1996 : classe très sensibilisante pour Esca/BDA
	1966-1988 : classe très sensibilisante pour l'Eutypiose
Type de sélection (massale ou clonale)	Variable trop fortement liée à l'année de plantation : pas de conclusion possible
Densité de plantation	Forte densité (>5500) diminuerait l'expression de l'Esca/BDA mais augmenterait celle de l'Eutypiose
Origine des plants	Pépinières A, C et D : moins d'expression
	Pépinières B, H et E : favorisent l'expression

Tableau 2 : synthèse des variables « matériel végétal » influençant statistiquement l'expression des maladies du bois

Résultats concernant l'influence des pratiques agro-viticoles sur les maladies du bois

- Système de conduite

Aucune conclusion ne peut être retenue sur une éventuelle influence des systèmes de conduite en Biologie, Raisonné ou Conventionnel. En effet, plus de 80 % des viticulteurs ont déclaré pratiquer la viticulture raisonnée (pas de « labellisation » demandée pour cette question), les autres systèmes étant donc minoritaires et non exploitables statistiquement.

- Mode de conduite

Aucune conclusion ne peut être retenue pour cette pratique, en effet la modalité « palissage plan» représente prés de 90 % des réponses, les autres pratiques (Gobelet libre, gobelet palissé, vigne haute palissée…) étant donc minoritaires et non exploitables statistiquement.

- Type de taille

Parmi les types de taille exploitables statistiquement, la taille « courson gobelet » ne présente pas de différence significative. En revanche la taille **« guyot double »** tendrait à favoriser un taux d'incidence **Esca/BDA faible** alors que la taille **« guyot réduite »** favoriserait un taux d'incidence **Esca/BDA élevé**. En revanche, ces deux types de taille tendraient à engendrer une mortalité plus importante. La taille « guyot simple » se situant en position intermédiaire. Le cordon de Royat ou la taille poussier ne présentent pas assez d'individus pour être exploités.

- Date de taille

Il s'agit des mêmes résultats concernant l'Eutypiose et l'Esca/BDA et contrairement à ce que nous pouvons trouver dans la bibliographie, les tailles précoces (novembre et décembre) et les tailles tardives (mars et avril) n'ont aucun effet significatif sur le taux d'incidence des deux maladies. En revanche **la taille hivernale (janvier et février)** paraît, dans notre jeu de données, favoriser des taux **d'incidence élevé,** que ce soit pour **l'Eutypiose ou l'Esca/BDA.** Aucun effet de la date de taille sur la répartition des taux de mortalité n'a été observé.

- Prétaillage, ébourgeonnage, éclaircissage

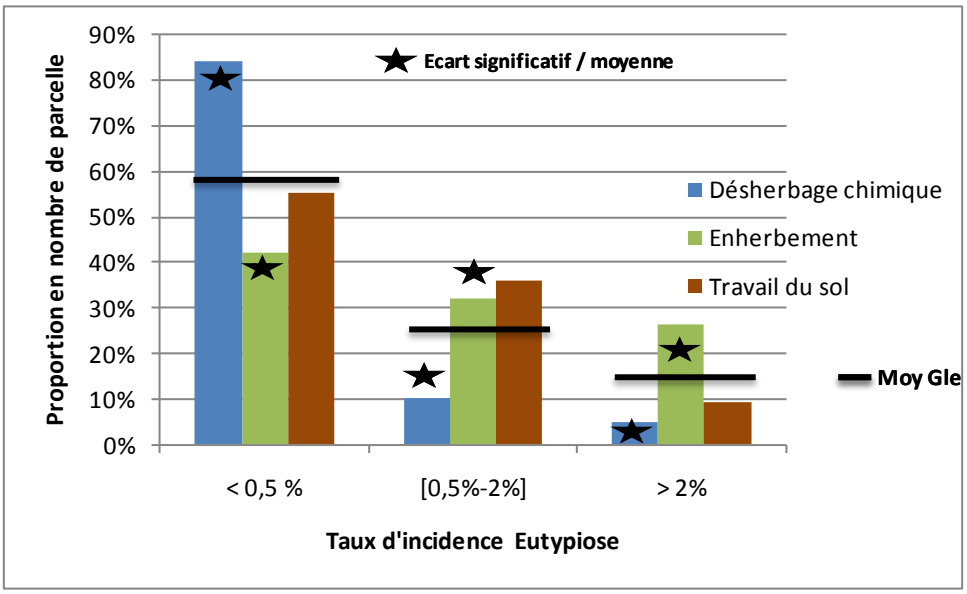
Les résultats de notre étude n'indiquent pas d'influence de ces variables sur les taux d'incidence Eutypiose et Esca/BDA. En revanche concernant la mortalité, **la pratique du prétaillage et de l'éclaircissage tendrait à favoriser des taux élevés de mortalité**.

- Destination des sarments

Aucune conclusion ne peut être retenue pour cette pratique, en effet la modalité « sarments broyés » représente prés de 90 % des réponses, les autres pratiques (sarments brûlés ou ramassés) étant donc minoritaires et non exploitables statistiquement.

- Mode d'entretien du sol

Selon les données de l'enquête, le mode d'entretien du sol semble influencer les taux d'incidences de l'Eutypiose et de l'Esca/BDA de façon similaire pour les deux maladies.



Graphique 11 : Influence du mode d'entretien du sol sur le taux d'incidence Eutypiose

Le graphique 11 permet de constater qu'un désherbage chimique tendrait à réduire les taux d'incidence élevés de l'Eutypiose et favorisait les taux d'incidence faibles, au contraire de l'enherbement qui serait une pratique sensibilisante pour cette maladie. Le travail du sol n'influençant pas les taux d'incidence de l'Eutypiose. Concernant l'Esca/BDA, les résultats sont similaires avec toutefois une modération quand à l'enherbement qui ne favoriserait que les taux d'incidence moyens et non les taux d'incidence élevés ; le travail du sol serait pour cette maladie comparable à l'enherbement.

L'influence du mode d'entretien du sol ne peut cependant pas être validée puisque cette variable est très fortement corrélée à la variable « réserve en eau du sol » qui présente également une influence significative sur les taux d'incidence Eutypiose. L'enherbement est en effet présent de façon beaucoup plus importante sur les parcelles à forte réserve en eau (tableau 3), modalité sensibilisante pour l'Eutypiose (voir dans le paragraphe « réserve en eau du sol »). A l'inverse, le désherbage chimique est surtout présent sur des sols à faibles réserve en eau, modalité pour laquelle sont rencontrés les taux d'incidence Eutypiose les plus faibles.

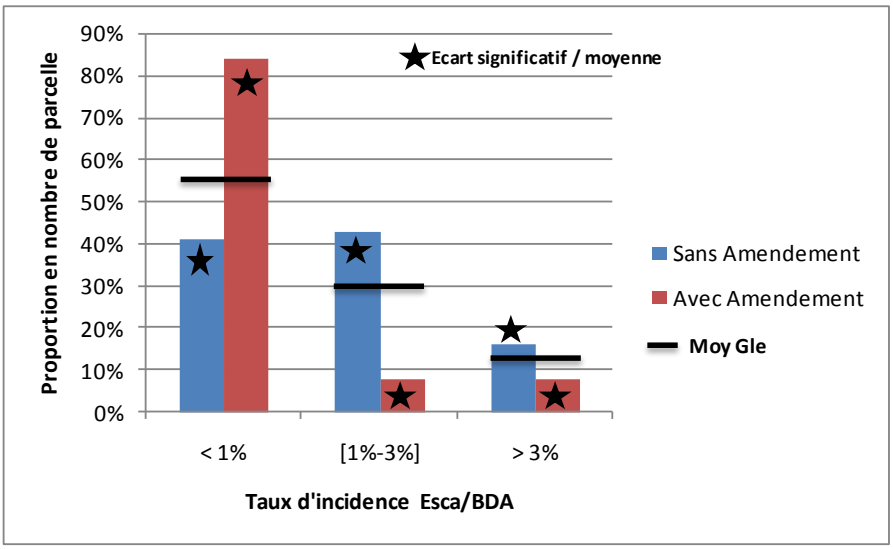
	Réserve en eau des sols			
Entretien des sols	**0 - 50 mm**	**50 -100 mm**	**100 - 150 mm**	**>150 mm**
Désherbage chimique	18 +++	30 +++	19 --	10 ---
Enherbement	5 ---	14 ---	46 .	47 +++
Travail du sol	0 (-)	3 .	16 .	13 .
Chi-2	**deg. de liberté**	**Probabilité**		
49,13570023	6	7,0039E-09		

Tableau 3 : relations entre la réserve en eau des sols et les modalités d'entretien des sols en nombre de parcelles. Effectif correspondant au taux d'incidence Eutypiose.

L'influence des modalités d'entretien du sol sur les taux d'incidence Eutypiose ne pourrait donc être qu'une résultante de l'effet « réserve en eau du sol ».

- <u>Fertilisation et amendement</u>

Si la fertilisation ne semble pas avoir d'influence sur l'expression des symptômes de maladies du bois, les données de cette étude font ressortir une influence significative de l'amendement (pas de distinction dans la question entre amendements organique ou minéral). Le graphique 12 présente les résultats concernant l'Esca/BDA, **les parcelles amendées** (160 parcelles étudiées) **apparaissent comme moins sensibles à l'Esca/BDA que les parcelles non amendées** (263 parcelles étudiées). Les résultats sont similaires pour l'Eutypiose mais avec un peu moins d'effectifs (72 parcelles amendées et 152 non amendées.)



Graphique 12 : Influence de la pratique de l'amendement sur le taux d'incidence Esca/BDA

La synthèse de l'influence des pratiques viticoles sur les maladies du bois est présentée dans le tableau ci-dessous :

Type de taille	**Guyot double** : diminuerait l'expression de l'Esca/BDA
	Guyot réduite : augmenterait l'expression de l'Esca/BDA
Date de taille	**Taille précoce** : aucun effet significatif
	Taille hivernale : augmenterait l'expression des maladies du bois
	Taille tardive : diminuerait l'expression de l'Eutypiose
Mode d'entretien du sol	Variable trop fortement liée à la réserve en eau des sols : pas de conclusion possible
Amendement	Diminuerait l'expression des maladies du bois

Tableau 4 : synthèse des variables « pratiques viticoles» influençant statistiquement l'expression des maladies du bois

Résultats concernant l'influence des facteurs environnementaux du terroir sur les maladies du bois

- Milieu géopédologique

Les cartographies réalisées par la Cellule Terroirs Viticoles permettent de classer chacune des parcelles enquêtées par Unité Terroir de Base et par milieu (Roche-Altération-Altérite).

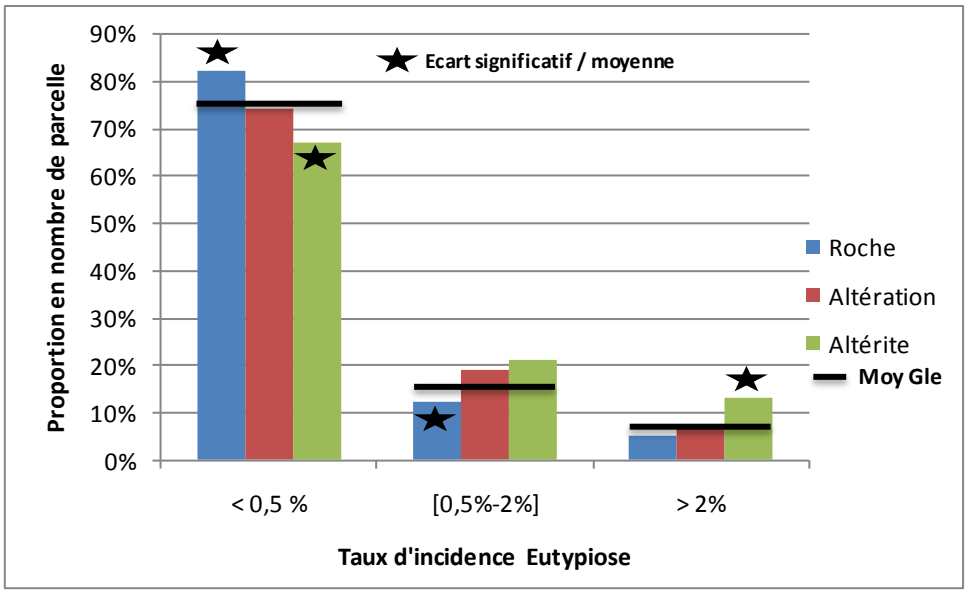
Milieu Roche : Sols peu profonds, peu argilisés, roche mère apparente à moins de 70 cm de profondeur.

Milieu Altération : Sols moyennement profonds, avec présence d'un horizon d'altération argilisé, roche mère apparente entre 70 et 120 cm.

Milieu Altérite : Sols profonds, très argilisés, souvent mal drainés. La roche mère n'est pas atteinte à la tarière (profondeur supérieure à 120 cm).

Cette classification par milieu a pour principal intérêt d'être intégrateur puisque les milieux sont caractérisés par plusieurs caractéristiques géopédologiques (profondeur de sol, texture, drainage) et peuvent également être considérés comme des indices de fonctionnement. Les travaux de l'INRA d'Angers (René Morlat) ayant démontrés des différences significatives de précocité et de vigueur entre chacun des milieux (Du milieu Roche, plus précoce et moins vigoureux au milieu Altérite, plus tardif et plus vigoureux).

Il est donc apparu intéressant d'étudier l'influence de ces milieux sur l'expression des symptômes de maladies du bois. Les résultats montrent une dépendance de cette variable avec le taux d'incidence de l'Eutypiose en 2008 au seuil α=5%. La variable **« Roche »** présente un effectif supérieur (+++) pour des **sensibilités faibles** alors que la variable **« Altérite »** présente un effectif supérieur (++) pour des **taux d'incidence élevés** (graphique 13).



Graphique 13 : Influence du milieu géopédologique sur le taux d'incidence Eutypiose

Si les milieux Altérites, à l'inverse des milieux Roches, tendent à rendre plus sensible la vigne à l'Eutypiose, **aucune influence du milieu n'est observable pour l'Esca/BDA** à partir de notre jeu de données. Concernant la mortalité, il semblerait que les parcelles sur roche soient plus nombreuses dans la classe élevée de mortalité (> 5 %) que celles sur altérite.

- <u>Profondeur de sol</u>

En détaillant les variables géopédologiques, les résultats concernant la profondeur de sol sont cohérents avec ceux obtenus pour les milieux Roche-Altération-Altérites **puisqu'une profondeur élevée (> 120 cm) induit des taux d'incidence Eutypiose et Esca/BDA également plus élevés.** En revanche si les sols superficiels semblent légèrement moins sensibilisants, c'est surtout les parcelles sur **sols intermédiaires (entre 80cm et 120 cm) qui présentent les effectifs les plus élevés pour les taux d'incidences faibles (ainsi que pour les taux de mortalité faibles)**, et les effectifs les moins élevés pour les taux d'incidence élevés (pour les deux maladies).

- <u>Texture de sol</u>

Les résultats concernant la texture des sols présentent moins d'influences significatives, mais les différences significatives obtenues confirment les résultats présentés pour les milieux Roche-Altération-Altérite puisqu'une **texture de profondeur Argileuse** induit des **taux d'incidence Eutypiose plus élevés** alors que lorsqu'il est observé des roches dures ou tendres en profondeur, les taux d'incidence sont plus faibles. En revanche, les résultats sont moins probants concernant l'Esca/BDA ou les taux de mortalité.

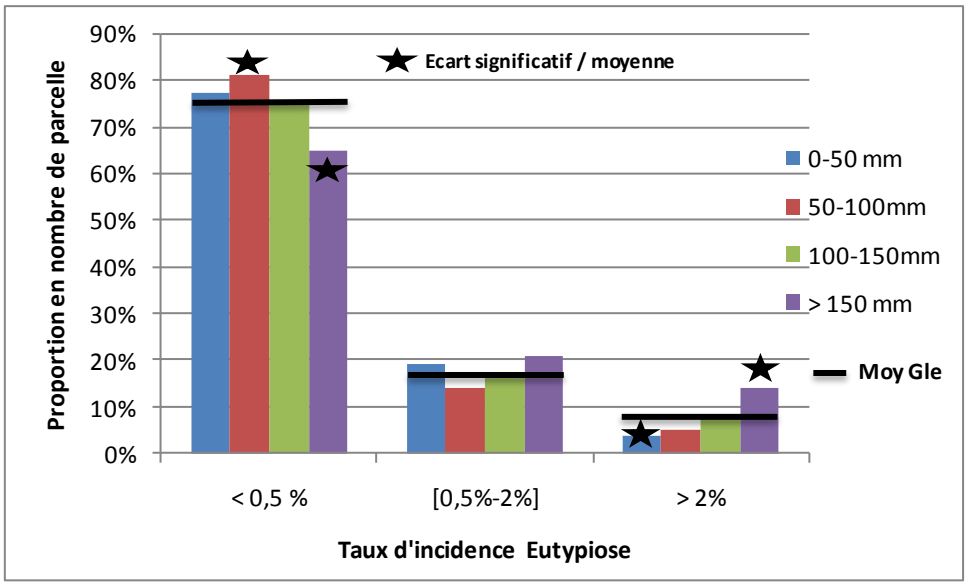
- <u>Drainage du sol et pierrosité du sol</u>

Les résultats de notre étude n'indiquent pas d'influence de ces variables sur les taux d'incidence Eutypiose et Esca/BDA (pour la pierrosité, effectif trop réduit pour la modalité « forte pierrosité », donc non exploitable).

- La réserve en eau du sol

Une nouvelle fois les résultats sont cohérents avec ceux obtenus pour les milieux Roche-Altération-Altérites **puisqu'une réserve en eau élevée** (> à 150 mm, correspondant donc plus à un milieu altérite) induit **des taux d'incidence Eutypiose plus élevés** alors que les réserves en eau plus faibles (entre 50 et 100mm) tendent à réduire ce taux d'incidence (graphique 14). En revanche, aucun effet significatif concernant l'Esca/BDA ou les taux de mortalité.

Ces résultats sont à mettre en parallèle avec ceux obtenus pour les modalités d'entretien du sol présentés plus haut, les deux variables étant fortement corrélées.



Graphique 14 : Influence de la réserve en eau des sols sur le taux d'incidence Eutypiose

- Potentiels de précocité et de vigueur

Ces potentiels sont calculés à partir des variables géopédologiques mesurées sur le terrain. Les résultats de notre étude n'indiquent pas d'influence de ces potentiels sur les taux d'incidence Eutypiose et Esca/BDA.

La synthèse de l'influence des facteurs environnementaux du terroir sur les maladies du bois est présentée dans le tableau ci-dessous :

Milieu	Milieu **"Roche"** : diminuerait l'expression de l'Eutypiose
	Milieu **"Altérite"** : augmenterait l'expression de l'Eutypiose
Profondeur de sol	**Moyennement profond (80 à 120 cm) :** diminuerait l'expression des maladies du bois
	Profond (> 120 cm) : augmenterait l'expression des maladies du bois
Texture de profondeur	Texture **argileuse** : augmenterait l'expression de l'Eutypiose
Réserve en eau du sol	**Réserve en eau faible (< 100mm)** : diminuerait l'expression de l'Eutypiose
	Réserve en eau forte (> 150 mm) : augmenterait l'expression de l'Eutypiose

Tableau 5 : synthèse des variables « facteurs environnementaux» influençant statistiquement l'expression des maladies du bois

Conclusions

L'influence du matériel végétal sur la sensibilité de la vigne à l'Eutypiose ou à l'Esca/BDA est, d'après notre jeu de données, hautement significative. Il a ainsi été vérifié que le Chenin est plus sensible aux maladies du bois que le Cabernet Franc, que les parcelles âgées de 12 à 20 ans sont les plus touchées en terme d'Esca/BDA mais que les parcelles les plus touchées par l'Eutypiose sont plus vieilles puisque préférentiellement comprises entre 20 et 40 ans. Concernant le porte-greffe, Riparia apparaît comme favorisant les taux d'incidence élevés pour l'Eutypiose et l'Esca/BDA (à l'inverse du 3309C et du 5BB qui seraient moins sensibles). Aucune conclusion concernant la sélection massale ou clonale ne peut être tirée à partir de ces données puisque l'influence observée sur les maladies du bois est semble-t-il plus due à l'âge de la parcelle qu'au type de sélection (le type de sélection étant très fortement corrélé à l'âge de la parcelle). L'origine des plants influence en revanche très fortement les taux d'Esca/BDA observés sur les parcelles ; une étude plus approfondie sur les pépiniéristes concernés serait intéressante pour évaluer l'impact des pratiques de ces derniers ou l'impact de la provenance du matériel (pré-multiplication).

L'analyse des pratiques viticoles met en avant l'influence de la date de taille sur les taux d'incidence d'Esca/BDA et d'Eutypiose observés, mais de façon contradictoire avec la littérature disponible sur ce sujet. En effet, les tailles précoces (novembre et décembre) ne paraissent pas influencer l'expression des maladies du bois alors que les tailles hivernales (janvier et février) semblent favoriser des taux d'incidence élevés. La taille tardive (mars et avril) n'a d'influence que sur l'Eutypiose en diminuant sensiblement les taux d'incidence élevés. Le type de taille n'a pas ou peu d'influence sur l'Eutypiose, en revanche concernant l'Esca/BDA, la taille « guyot double » tendrait à favoriser un taux d'incidence faible alors que la taille « guyot réduite » favoriserait un taux d'incidence élevé. Concernant les modes d'entretien du sol, aucune conclusion ne peut être tirée à partir de ces données puisque l'influence observée sur les maladies du bois est semble-t-il plus due à la réserve en eau des sols qu'au type d'entretien (le type d'entretien étant très fortement corrélé à la réserve en eau des sols). En revanche, la pratique de l'amendement diminuerait les taux d'incidence élevés des maladies du bois et favorisait les taux d'incidence faibles.

Concernant les facteurs environnementaux, nous avons remarqué que les sols lourds, profonds et humides favorisaient l'expression de l'Eutypiose. Un excès de vigueur favorisant le métabolisme primaire de la vigne pourrait expliquer ces résultats et viendrait ainsi confirmer ceux de la littérature. En revanche, l'influence des facteurs environnementaux sur l'expression de l'Esca/BDA n'est que très faible dans cette étude, même si les modalités sensibilisantes sont les mêmes que pour l'Eutypiose.

L'impact du matériel végétal, des pratiques agro-viticoles et des facteurs environnementaux du terroir sur l'expression des maladies du bois a pu être vérifié dans cette étude. Les différences d'expression entre les parcelles seraient donc en partie dues à ces variables. Un essai de hiérarchisation de l'influence des variables étudiées (valeur des Khi2 et classification ascendante hiérarchique) tendrait à démontrer que celles correspondant au matériel végétal ont plus d'influence que celles relatives aux pratiques agroviticoles et aux facteurs environnementaux du terroir.

Les variables qui ne semblent pas influencer l'expression des maladies du bois sont également intéressantes à relever, ainsi et d'après nos données, l'utilisation d'Arsenite de sodium avant 2001, le prétaillage, l'ébourgeonnage, l'éclaircissage, l'orientation des rangs, le drainage et la pierrosité du sol, les carences, les maladies cryptogamiques ou encore la présence de ravageurs n'ont aucune ou très peu d'influence sur l'expression de l'Eutypiose ou de l'Esca/BDA. En revanche, certaines d'entre elles semblent avoir une influence sur les taux de mortalités (La non utilisation d'Arsenite de sodium avant 2001, le prétaillage et l'éclaircissage favoriseraient les taux élevés de mortalité). Certaines variables n'étaient pas exploitables statistiquement, soit en raison d'une trop grande disparité d'effectifs (Système d'exploitation, mode de conduite, destination des sarments…), soit en raison de leur trop forte liaison avec d'autres variables influentes (Sélection clonale ou massale, mode d'entretien du sol).

Ces résultats sont uniquement le reflet de l'enquête réalisée dans le vignoble du Val de Loire, ils sont donc dépendants de la zone d'étude et de la pertinence des observations réalisées par les viticulteurs. Ils ne peuvent donc être considérés qu'en termes de piste de travail pour les équipes de recherche spécialisées dans l'étude des maladies du bois et ne sauraient être interprétés comme résultats expérimentaux définitifs. L'intérêt d'une telle enquête est donc de ressortir rapidement certaines variables potentiellement influentes pour pouvoir si besoin les tester en conditions expérimentales et ainsi vérifier ou non leur véritable influence.