



spécialisé dans les études de :

**terroirs, délimitation de zones,
drainage, irrigation, fumures
manipulation de terres, expertises**

Bureau d'études

Hervé DETOMASI

- DERUB – Faculté d'Oenologie Bordeaux
- Ingénieur diplômé en production végétale
de l'PHES de Changins - CH
- 25 ans d'expérience d'enseignement et de
recherches dans les domaines des sciences
de la terre à l'PHES de Changins – CH

Le vin se fait à la vigne

Un terroir et l'importance de son régime hydrique

Les progrès de la recherche et des techniques oenologiques se sont traduits par une amélioration de la qualité des vins. Cette amélioration n'aboutit pas à un nivellement des valeurs. On constate au contraire qu'avec des cépages, des porte-greffes, des systèmes de conduites identiques et avec des variations mésoclimatiques insignifiantes, il subsiste, entre les crus d'une même région, des différences qualitatives considérables. Elles sont indiscutablement liées à la nature des terroirs. En général, les vignobles sont exploités sur des sols riches en eau. Malgré la croyance populaire, la vigne est une grande consommatrice en eau. Au cours de son cycle végétatif, ses besoins en eau sont estimés à environ 500 litres d'eau par mètre carré qui transitent entre le sol et la plante.

De l'eau oui mais pas n'importe quelle eau

Divers travaux sur le sujet mettent en évidence la relation entre l'alimentation en eau de la plante, son développement végétatif et les caractéristiques de ses raisins.

Si l'alimentation en eau est forte, la croissance végétative se prolonge et les raisins deviennent plus volumineux, moins sucrés et plus acides.

Au contraire, lorsque l'alimentation en eau est modérée, mais soutenue par des apports réguliers du sous-sol, le végétal limite sa croissance. Dans ces conditions, la vigne produit des raisins de qualité.

Lorsque le régime hydrique est fortement déficient, et qu'il provoque un stress, les raisins sont également de bonne qualité, mais à condition que les rendements restent faibles.

L'eau, la vigne et les vieilles vignes

L'eau ne joue pas seulement un rôle sur la qualité de la vendange, elle joue également un rôle prépondérant sur la santé du cep. Or, en cette période de crise mondiale du monde viticole, le prolongement de la vie d'un cep ou d'une vigne est souvent déterminante sur un plan économique.

Comment se comporte un sol trop riche en eau

Dans un sol en équilibre, le fer est oxydé (Fe^{++}). Les matières organiques se transforment en humus, parce que le milieu est aéré. Le fer et l'humus enrobent les argiles. Il se forme un complexe qui confère au sol une structure. Dans ces conditions, les structures sont « grumeleuses » ; ce sont celles qui laissent le mieux circuler l'air et l'eau.

Lorsque le milieu est hydromorphe (milieu trop riche en eau), le fer se réduit (Fe^{+}). Sous cette forme, le fer ne se combine plus avec les argiles. Les matières organiques, dans ces milieux anaérobioses, se transforment incomplètement, elles n'aboutissent pas à la formation d'humus stable. Il se forme des acides organiques. Les acides organiques et le fer réduit élaborent alors un complexe indépendant des argiles. Les argiles, n'étant plus protégées, sont lessivées à l'intérieur du sol. Au niveau du sol, on observe des structures qui deviennent fragmentaires « anguleuses » voire « compactes ». Dans ce type de structures, l'air et l'eau du sol ne circulent pas normalement, les fluides stagnent. Le milieu devient alors encore plus anaérobie. Donc, les matières organiques se décomposent encore moins bien. Or, à ce stade de décomposition, les matières organiques libèrent des gaz toxiques et des alcaloïdes. L'ensemble de ces conditions : réduction du fer, transformation incomplète des matières organiques, migration des argiles et production de gaz et d'alcaloïdes, provoquent, dans ce type de sols, le dépérissement de la vigne.

Comment se comporte la vigne dans un milieu trop riche en eau

De trop nombreuses vignes ont une durée de vie écourtée à cause de l'hydromorphie. À ce stade, il est important de comprendre que plus un sol est hydromorphe, plus les mécanismes de détérioration du sol s'amplifient et par conséquent la vigne dépérit plus rapidement. Dans un premier temps des nécroses apparaissent sur les racines de la vigne. Puis ces nécroses gagnent le talon du cep. Les canaux véhiculant les sèves brutes et élaborées ne fonctionnent que partiellement. Dans un deuxième temps, le feuillage de la vigne chlorose. Lorsqu'un grand nombre de feuilles sont chlorosées, la vigne ne produit plus assez de « sucres » pour ses réserves. Ainsi, le cep s'affaiblit et en quelques années (2 – 3 ans), il dépérit.

Les maladies colonisent le milieu

Lorsque les structures d'un sol sont détruites, la résistance du cep aux maladies s'amenuise. Un cep rabougri ne résiste que très faiblement aux attaques de parasites tels que : le pourridié, l'esca, l'eutypiose, voire l'excoriose. Les nématodes de la dégénérescence infectieuse ne sont-ils pas véhiculés par l'eau ?

Lorsque que ces maladies infestent une vigne, on prétexte qu'elle est « âgée », alors on l'arrache.

Dans ces conditions la reconstitution n'est pas la solution

Économiquement, est-ce que vous réalisez une bonne affaire en replantant un matériel sain dans un milieu malsain ?

Des techniques d'amélioration et leurs limites

Le drainage est un excellent moyen pour éliminer l'eau excédentaire. Cependant, un drainage se limite, pour l'essentiel, à l'élimination de « l'eau libre » comme celle des mouillères, par exemple.

Malheureusement de nombreux sols sont soumis à une hydromorphie temporaire, voir permanente en profondeur, sans « eau libre ». Dans ces conditions, la technique du drainage n'est pas efficace, c'est parce qu'il n'y a pas « d'eau libre ». C'est pour cette raison que le réseau de drainage ne fonctionne pas. Le drainage a aussi un coût et dans bien des cas, il est limité dans le temps.

Combien de mètres de tuyaux de drainage ont-ils été posés dans ces types de sols sans qu'ils éliminent le moindre litre d'eau ?

Les limites de l'aération d'un sol hydromorphe

Pour remédier à ce mécanisme d'hydromorphie, traditionnellement quelques techniques culturales sont conseillées :

- ✓ Un amendement organique permet de reconstruire une structure. Cependant, ces amendements ont une action limitée à cause de leur décomposition incomplète dans ces milieux.
- ✓ Un autre moyen de reconstruire la structure est d'engazonner l'interligne. Toutefois, cette technique trouve rapidement ses limites à cause d'une concurrence hydrique très marquée. L'enracinement de la vigne reste superficiel parce que le sol est asphyxié en profondeur.
- ✓ Pour aérer le sol, il ne reste plus qu'à le travailler. Pour obtenir de bons résultats, il faut que la terre soit dans un état d'humidité « parfait ». Si la terre est trop humide, la structure est détruite, si la terre est trop sèche, la machine ne pénètre pas le sol. Donc, le choix du moment du travail du sol est déterminant. Cet état d'humidité « idéal » est difficile à cerner dans une exploitation où de multiples autres travaux quotidiens sont monnaie courante.

Heureusement l'évolution des techniques et des recherches permettent d'envisager, pour ces milieux, une solution intéressante.

Les forces thermodynamiques

La remontée de l'eau au travers du sol ne dépend pas du seul effet de la capillarité (phénomène limité à 20 – 30 centimètres). Certes, la capillarité participe à ce mécanisme, mais dans un faible pourcentage. Pour que l'eau occupe les pores du sol et quelle remonte à la surface, la capillarité n'est pas seule en cause.

Les phénomènes d'électro-osmose et d'électro-filtration jouent un rôle primordial. Ils trouvent leur origine physique à l'échelle nanométrique. C'est à l'interface des particules d'argile et de la solution interstitielle, où se forment des couches ioniques, que ces phénomènes se généralisent.

L'électro-osmose

Une différence de potentiel électrique provoque un déplacement du liquide interstitiel de l'anode vers la cathode en raison de la non uniformité de la distribution des cations et des anions au voisinage de la particule chargée, c'est l'électro-osmose.

L'électro-filtration

Réciproquement, l'application d'un gradient de potentiel hydrique fait que l'eau entraîne dans sa circulation des particules chargées, ce qui donne naissance à un courant électrique. Il s'agit de l'électro-filtration.

Ainsi, dans un sol, l'existence de forces thermodynamiques : gradients de potentiel hydrique, de potentiel électrique et de potentiel chimique, provoquent des flux de solutions, d'électrons et de ions. La différence de tension électrique est généralement très faible, il s'agit de millivolts.

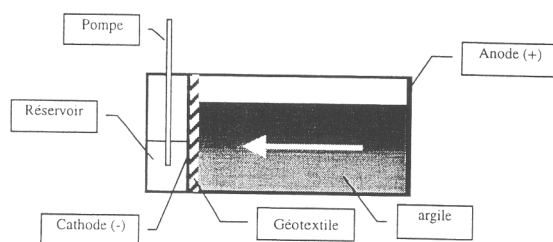
Utilisation de couplage thermo-électro-mécaniques

Le procédé d'électro-osmose est utilisé en géotechnique pour la stabilisation provisoire des pentes en phase de terrassement ou encore dans la réhabilitation des bassins de décantation des carrières des boues de dragage et de lavage des granulats. Une équipe de chercheurs a mis en évidence un dispositif expérimental sur des échantillons de boue de lavage. La fraction argileuse de cette boue est une bentonite. Par conséquent, cette boue est très active car elle possède une grande capacité d'échange (cec). La teneur en eau pondérale initiale est d'environ 40 %.

Le dispositif expérimental employé est constitué de :

- deux types de cellules parallélépipédiques avec des électrodes,
- des tension mètres (capteurs de pression interstitielle),
- des pH-mètres, des électrodes de mesure de la chute de la tension dans l'échantillon.
- des thermocouples et une pompe péristaltique pour récupérer l'eau déplacée vers la cathode par l'électro-osmose.

L'essai a permis de constater que l'échantillon en question est « électro-osmosable ». L'apparition de l'eau à la cathode est pratiquement immédiate après l'établissement du courant électrique. L'essai est contrôlé en imposant une intensité électrique d'environ 50 mA, ce qui correspond à un gradient d'environ 1 V/cm.



Ces résultats démontrent l'efficacité de la méthode. De plus, à l'échelle mondiale plusieurs centres de recherches explorent ces domaines.

Références Bibliographiques :

- J.-L. Aurault, T. Strzelecki, on the electro-osmotic flow in saturated porous media, Int. J. Engrg. Sci. 19 (1981) 915-928
- T. Lemaire, C. Moyone, D. Stemmelen, M.A. Murad, Electro-chemo-mechanical coupling in swelling clays derived by homogenization : electrivisions effects and Osanger's relation, in J.L. Aurault, et al. (Eds). Proceedings of the Second Biot Conférences on Poromechanics, Balkema, 2002, pp. 489-494.
- O. Storeman, B. Jonsson, Electro-osmosis : velocity profiles in different geometries with both temporal and spatial resolution, J. Phys. Chem. 105 (23) (1996)
- K. Beddiar, Sur certains aspects de couplages dans les milieux poreux électrisés, Application à l'électro-osmose dans les argyles, Thèse de Doctorat de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, 2001
- J.C. Bénét, Contribution à l'étude thermodynamique des milieux poreux non saturé avec changement de phase. Thèse de doctorat d'Etat de l'Université de Sciences et techniques du Landoc. Académie de Montpellier, 1981.
- L. Casagrande, Electro-osmosis stabilization of soils, J. Boston Soc. Civ. Engrg. 39 (1) (1949) 51-83.

L'électro-osmose passive

Comment remédier à l'eau excédentaire dans les sols hydromorphes ?

Après avoir expertisé le sol à l'aide d'observations in situ et d'analyses appropriées, un correcteur de champ électromagnétique est fabriqué et installé d'après une méthodologie spécialement adaptée à chaque type de sols et à la vigne.

Dès la pose du système, une modification du champ électromagnétique s'opère. Dans un même temps le mouvement ascensionnel de l'eau se trouve ralenti. En créant un champ électromagnétique dans le couple sol-vigne, on rend ainsi passifs les phénomènes de l'électro-osmose et de l'électro-filtration.

Comportement des sols hydromorphes soumis à l'électro-osmose passive

Reprenons notre exemple : le sol est hydromorphe, mais cette fois-ci, le mouvement ascensionnel de l'eau est réduit par l'application d'un champ magnétique. L'électro-osmose et l'électro-filtration sont enrayées. La progression des eaux migrant vers la surface du sol est stoppée. L'eau excédentaire, par gravité, va migrer en profondeur : immédiatement ce fluide est remplacé par l'air. Le milieu respire.

Pratiquement, cela se constate, sans qu'aucune valeur ait un sens significatif, de la manière suivante :

Nappe perchée

Dans le vignoble d'Auvernier, plusieurs vignes sont influencées négativement par des nappes perchées. Deux vignes, sont soumises à l'électro-osmose passive. Par rapport aux autres

vignes (non soumises à l'électro-osmose passive), au mois de juillet, leur nappe phréatique sont plus basses de quelques centimètres, mais cette différence n'est pas significative.

Humidité pondérale du sol

Des échantillons de terre ont été prélevés dans une zone où la vigne est soumise à l'électro-osmose passive et un même nombre d'échantillons dans une zone non soumise à l'électro-osmose passive (témoin). Tout au long de l'année, on constate une différence pondérale entre les deux zones (6 %). La terre de la vigne soumise à l'électro-osmose passive est toujours plus sèche que la terre de la vigne non soumise à l'électro-osmose passive. S'il y a moins d'eau, automatiquement, il y a plus d'air, donc le sol de la vigne cerclée est mieux aéré, mais cela n'est pas significatif.

Tension de l'eau du sol (Watermark)

Toujours dans la même vigne, dans chacune des deux zones de la vigne (soumise à l'électro-osmose passive et non soumise), des sondes « watermark » ont été placées pour suivre l'évolution de l'humidité du sol. Concernant les zones (l'une soumise à l'électro-osmose passive et l'autre non), deux sondes sont placées : l'une à 50 centimètres dans le sol et l'autre à 80 centimètres de profondeur.

Dans les deux cas (à 50 centimètres comme à 80 centimètres), nous constatons une différence de tension (voir tableau No 2). La tension est plus élevée dans la zone où la vigne est soumise à l'électro-osmose, donc il y a moins d'eau.

Toutefois, les sondes placées à 50 centimètres marquent moins la différence que celles situées à 80 centimètres de profondeur. Dans les deux cas, la différence n'est pas significative.

WATERMARK, TABLEAU NO 2

	Cerclée		Non cerclée	
	C 50	C 80	C 50	C 80
28.06.2006	16	41	13	34
29.06.2006	11	17	14	33
30.06.2006	10	14	15	32
01.07.2006	10	15	15	31
02.07.2006	14	20	17	33
03.07.2006	17	27	18	34
04.07.2006	20	35	19	35
05.07.2006	23	42	20	35
06.07.2006	24	47	20	35
07.07.2006	26	50	21	36
08.07.2006	27	54	23	37
09.07.2006	28	56	24	37
10.07.2006	31	62	26	39

Influence sur la flore

La prêle est une plante indicatrice : sa présence témoigne d'une forte teneur en eau (nappe perchée, mouillères...) à l'intérieur des sols. En général, là où il y a une nappe perchée dans le sous-sol, il y a de la prêle.

En deux ans, la vigne de Monsieur Henrioux, vigne soumise à l'électro-osmose passive, s'est asséchée, car la prêle a disparu.

Comportement de la vigne dans un milieu soumis à l'électro-osmose passive

Mesure de la longueur des pousses

C'est une mesure simple qui consiste à mettre en évidence la longueur moyenne des pampres de la vigne. On mesure un certain nombre de pampres (30) situées sur la partie médiane de la branche porteuse. Cette mesure est exprimée en centimètres.

	11 mai	29 mai	2 juin*	2 juin**	10 juin
Zone cerclée	7.37	38.98	38.16	39.32	87.84
Zone non cerclée	5.93	36.76	35.02	35.44	77.64

* le 2 juin la mesure a été effectuée par une autre personne

** une autre zone de la vigne a été mesurée (au sommet)

En observant la vigne, au cours de l'année 2006, nous pensions, dans un premier temps, que nous étions en présence dans la zone où la vigne est soumise à l'électro-osmose passive à une pousse plus vigoureuse. En effet, dès la mise sous tension, il y a eu une différence de longueur de pousses entre les deux vignes cultivées dans des zones différentes. Mais dans un deuxième temps, la vigne de la zone non soumise à l'électro-osmose passive a rattrapé son retard. En fait, nous avons affaire à un phénomène de précocité du développement du végétal. C'est logique, un milieu plus sec se réchauffe plus vite qu'un milieu humide. Il faut 7 fois plus d'énergie pour chauffer un gramme d'eau qu'un gramme de sable. L'effet recherché par la mise sous tension d'une vigne est d'éliminer l'eau excédentaire, donc de freiner la croissance de la vigne, de rendre les baies plus sucrées et par conséquent, moins acides.

Croissance de la tige (Pepista plus)

Au lever du soleil, la plante commence à transpirer et, si la journée est claire, cette transpiration sera croissante jusqu'au moment de la plus forte demande climatique, soit environ une heure après le passage du soleil au zénith, (midi solaire). Au cours de cette phase, la plante transpire plus d'eau qu'elle ne peut en absorber par ses racines, même en sol bien humide. Pour compenser ce déficit provisoire, la plante utilise la capacité tampon d'une partie de ses tissus : ceux-ci perdent de l'eau, leur diamètre diminue (contraction). Dès que la transpiration cesse d'augmenter, les tissus récupèrent de l'eau. Si la disponibilité est suffisante dans le sol, ils retrouvent leur turgescence initiale et peuvent même exprimer une croissance (différence de diamètre à l'aube à 24 heures d'intervalle).

Mais, quand l'eau disponible du sol se fait rare, elle devient plus difficile à extraire : les tissus ne peuvent pas récupérer leur turgescence initiale sur un cycle de 24 heures. La croissance de la plante ne peut pas s'exprimer, la déshydratation s'installe et l'évolution nette devient nulle voir négative. Parallèlement, l'amplitude de contraction diurne augmente de jour en jour, jusqu'à atteindre et franchir ce que l'on définit comme un seuil de stress.

PEPISTA PLUS

Soumise

A l'électro-osmose passive Non soumise à l'électro-osmose passive

28.06.2006	6	3
29.06.2006	16	9
30.06.2006	16	9
01.07.2006	22	11
02.07.2006	28	15
03.07.2006	33	18
04.07.2006	41	21
05.07.2006	48	24
06.07.2006	54	27
07.07.2006	58	27
08.07.2006	61	28
09.07.2006	67	30
10.07.2006	75	33

Le suivi de la croissance de deux ceps (voir tableau No 3, ci-dessus) provenant, l'un de la zone soumise à l'électro-osmose passive et l'autre non, montre que le cep soumis à l'électro-osmose passive présente une croissance identique que celui provenant de la zone non soumise à l'électro-osmose passive. Il y a pourtant une différence entre les deux mesures : c'est comme pour la croissance du végétal, il y a un phénomène de précocité. La vigne soumise à l'électro-osmose est plus précoce que celle qui ne l'est pas, mais il y a peu de différences.

Conclusions

Les conditions météorologiques de l'année 2006 n'ont pas permis de mettre en évidence l'influence de l'électro-osmose passive sur le sol et sur la vigne. Les fortes précipitations du mois d'août (170 mm) ont effacé toutes les différences. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que toutes les mesures effectuées au sol: niveau des nappes, humidité pondérale, watermark, pepista montrent que la zone soumise à l'électro-osmose passive a tendance à s'assécher plus rapidement, alors patience ... Par contre, le comportement de la vigne a montré une différence au niveau de la croissance des rameaux, nous avons constaté un phénomène de précocité indiscutablement lié à l'électro-osmose. Un autre effet à ne pas perdre de vue, il s'agit de la disparition de la prêle et ça, c'est une démonstration capitale.

Solum

H. Detomasi