

## **Influence des dépôts tertiaires et quaternaires sur le potentiel viticole des terroirs du canton de Genève, Suisse.**

### **The influence of tertiary and quaternary deposits on the viticultural potential of the terroirs to be found in Geneva, Switzerland.**

BURGOS Stéphane\*, DAKHEL Nathalie et ALMENDROS Sébastien

Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon, Switzerland.

\*Corresponding author: stephane.burgos@eichangins.ch

#### **Abstract**

The 1365 ha of the Genevese vineyard are located at the south-western corner of the Swiss plateau, between 395m and 505 m altitude. The vineyard is spread on quaternary deposits left behind after the melting of glaciers (12000 years BP) and tertiary molassic rocks (Chattien, 24 Ma). A soil map on the scale of 1:7500 was produced from 850 auger probes and 90 soil profiles. Based on this map, 69 parcels of Gamaret and Gamay are used as indicators to study the meso-climate and to follow the vines' development. Thirty-seven parcels are equipped with temperature sensors at the depths of 2, 10 and 50 cm.

The glacial deposits are either made up of basal tills, mostly compacted, or by lateral and frontal stony tills more or less compacted or by glacio-lacustral and fluviatil deposits which show a textural composition going from clay to coarse gravel. The tertiary rocks present a succession of mudstone and sandstone stratas. The presence of these different deposits means there is great spatial variability. The textural and spatial variability are therefore present in the soils which developed from these parent materials.

More than half of the soils (55%) are located on basal or lateral tills. The glacio-lacustres and the tertiary rocks are to be found under 21 and 26 % of the soils respectively. Seven percent is situated on molasse with shallow till deposit. The CALCOSOLS, BRUNISOLS and LUVISOLS cover 63, 21 and 8 % of the surface respectively. Their clay, calcite and stone content differs widely. The deposits also influence the soils' thermal and hydrological properties. The soils with excess of water are mostly located on fine textural deposits like mudstone and glacio-lacustral clay and on compacted tills. The available water content goes from 50 to 250 mm. The plant behaviour is being observed in an on-going study to better understand the meso-climate of the vineyard.

**Mots clés:** terroir, géologie, sols, climat, dépôts glaciaires

#### **Introduction**

Il existe de nombreux vignobles européens implantés sur des dépôts molassiques (Fanet, 2001) datant de l'ère tertiaire (p.ex. Bergeracois, Libournais, Champagne, Jerez). Les vignobles situés sur des dépôts quaternaires issus des glaciations récentes sont peu fréquents et concernent en particulier les zones des graves bordelaises, de la Vallée du Rhône ou de la Rioja (Fanet, 2001). Les vignobles sur des moraines sensu stricto, non ou peu remaniées, sont plus rares et se retrouvent en Suisse ou au Québec (Aubouin, 1978). Les dépôts de retrait glaciaire sont difficiles à étudier à cause de leur hétérogénéité. Ils sont représentés par les moraines et les dépôts ayant subi un remaniement hydrique plus ou moins important (glacio-lacustres ou fluvio-glaciaires p.ex.). La variabilité spatiale de ces dépôts peut être importante et leur granulométrie peut changer sur de très courtes distances. Cette variation se retrouve aussi naturellement dans les sols issus de ces matériaux parentaux.

Il est communément admis que le climat, le sol, la géologie et les facteurs topographiques possèdent une grande influence sur la croissance de la vigne (Morlat, 1989). La présente étude montre l'effet des types de dépôts sur la répartition des sols et sur leur potentiel viticole, à l'échelle d'une appellation. La caractérisation à grande échelle des terroirs viticoles doit permettre de mieux comprendre les relations

existant entre le sol et la plante. Dans ce but, une étude du mésoclimat du vignoble genevois portant sur la température des sols, la phénologie de la vigne et la maturité des raisins a débuté en 2007.

## Matériel et méthodes

Le vignoble du canton du Genève se situe à l'extrémité sud-ouest du plateau suisse, à des altitudes comprises entre 395 et 505 m (Figure 1). Il se développe sur des dépôts quaternaires liés au retrait glaciaire (Würm, 12000 ans BP), et des dépôts tertiaires de type molassique (Chattien, 24 Ma BP, BRGM, 1997).

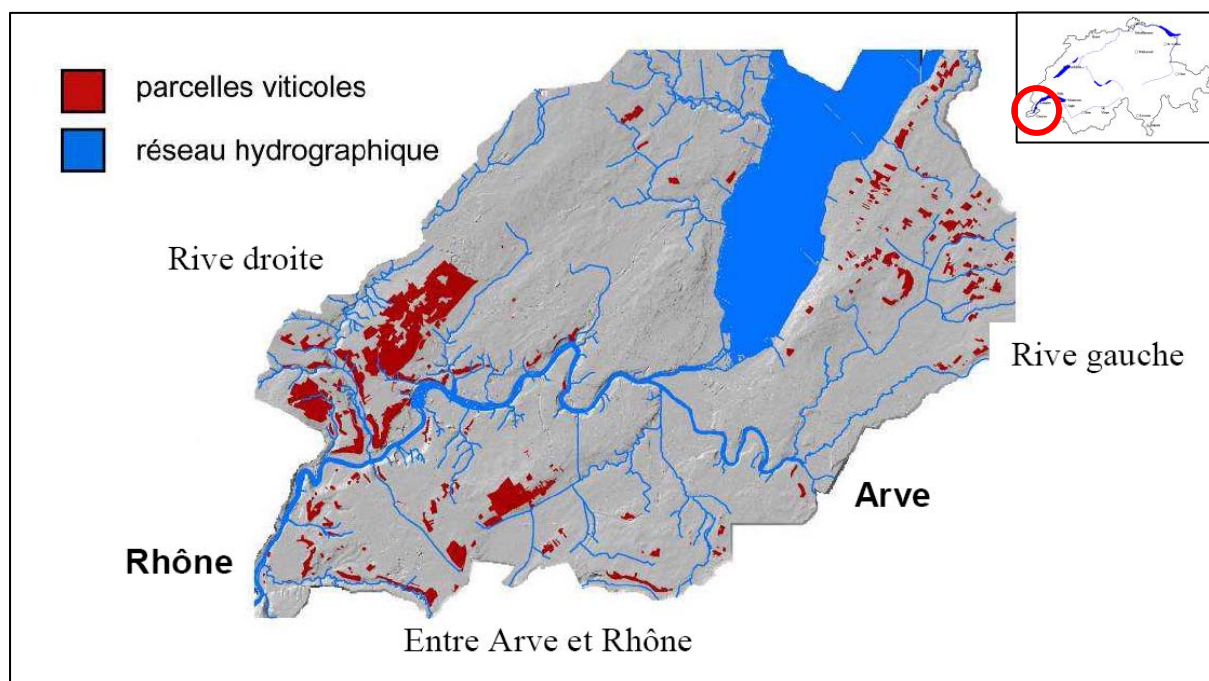


Figure 1 Carte des zones viticoles du canton de Genève.

Une cartographie des sols viticoles du canton de Genève a été entreprise afin de caractériser la diversité des sols, en relation avec la variabilité des substrats géologiques. A cette fin, 850 sondages à la tarière de 1.1 m de profondeur et 94 profils de sols ont été effectués sur les 1365 ha du vignoble. Ces sondages, associés à l'analyse de la géologie et du relief, ont permis d'élaborer une carte des sols à l'échelle 1 : 7500. Pour chaque sondage ou profil, hormis les descriptions pédologiques usuelles (Baize, 1995), la réserve utile en eau a été estimée selon la méthode utilisée par Letessier (2004). Les types de sols rencontrés ont été nommés selon le référentiel pédologique français (INRA, 1995). Cette carte a servi de base à l'établissement, en 2007, d'un réseau de 68 parcelles ayant pour objectif l'étude du méso-climat de la région. Ces parcelles sont réparties sur l'ensemble du canton, implantées en Gamaret (51 parcelles) et en Gamay (17 parcelles) greffés sur 3309C, âgées d'au moins 8 ans de manière à assurer une bonne colonisation racinaire et cultivées avec une régulation de la charge en raisin à 1 kg m<sup>-2</sup>. Le suivi phénologique de la vigne a été couplé à l'analyse des baies et des mesures de la taille des bois. Par ailleurs, 37 parcelles ont été équipées de capteurs de température (HOBO, Onset computer corporation), placés à des profondeurs de 2, 10, et 50 cm dans le sol. Le suivi de l'humidité du sol à l'aide d'une sonde à capacitance (PR2, delta T devices) a complété l'analyse du pédo-climat.

## Résultats et discussion

### Facteurs de la pédogenèse:

Les substrats géologiques en place sous les vignes du canton de Genève présentent une grande diversité (Figure 2).

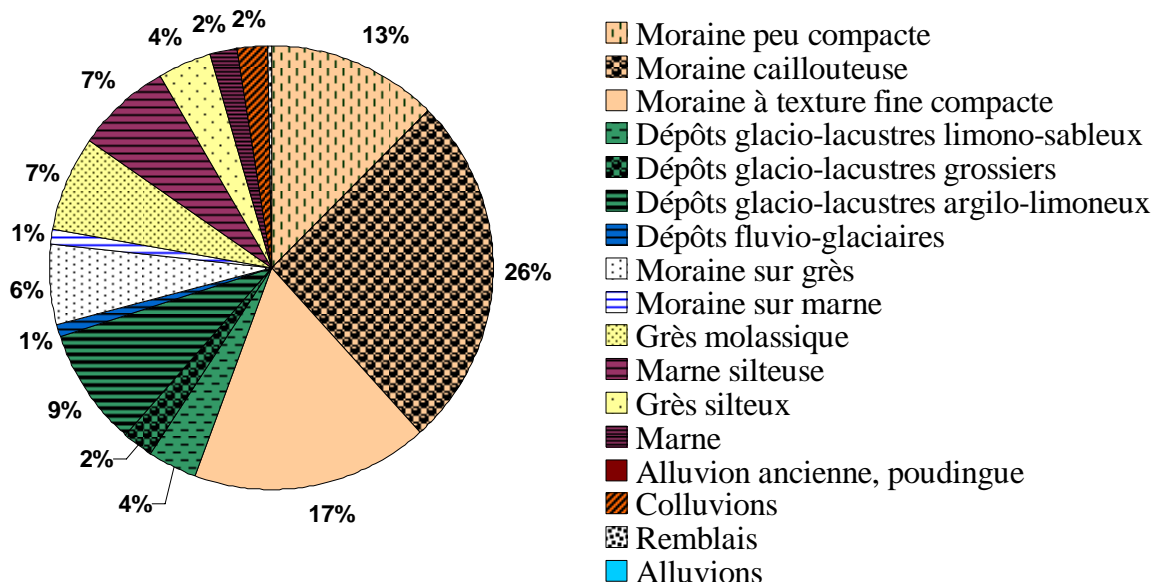


Figure 2 Répartition des substrats géologiques pour l'ensemble du vignoble genevois.

Plus de la moitié des sols viticoles (55 %) se situent sur des moraines glaciaires. Les dépôts glacio-lacustres sont présents sous 21 % de la surface et les dépôts molassiques supportent 26 % des sols dont 7 % sous une faible couverture morainique. Les sols issus des molasses tertiaires, souvent situés en position sommitale dans le paysage, sont en général peu à moyennement profonds (0.5 à 1 m). On remarque que les moraines, aussi bien que les dépôts glacio-lacustres et que les dépôts molassiques, présentent de grandes variations texturales. Dans tous les types de dépôts glaciaires ou de formations molassiques, on rencontre des faciès gréseux ou marneux. Les premiers donnent des sols contenant une forte proportion de sable, les seconds une forte proportion d'argile. Une différence au niveau de la compacité des substrats peut également être mise en évidence.

Ces dépôts géologiques servent de matériaux parentaux pour la pédogenèse et influencent aussi bien le type de sol que leur degré d'hydromorphie.

La répartition des sols par type de substrats géologiques (Tableau 1) montre que les CALCOSOLS les BRUNISOLS et les LUVISOLS dominent avec 63 %, 21% et 8 % respectivement. Les autres types de sols sont moins fréquents. On constate aussi que certains types de sols dominent, notamment les CALCOSOLS issus de moraines caillouteuses (244 ha) ou ceux issus de moraines à texture fine (130 ha). Les CALCOSOLS sur grès molassique occupent 67 ha.

Substrat géologique	Type de sols (ha)							
	CALCOSOL	ARENOSOL	CALCISOL	BRUNISOL	LUVISOL	NEOLUVISOL	REDOXISOL	COLLUVIOSOL
Moraine peu compacte	118	0	4	47	1	0	1	1
Moraine caillouteuse	244	0	10	68	15	0	3	13
Moraine à texture fine compacte	130	0	6	58	10	11	14	2
Dépôts glacio-lacustres limono-sableux	41	2	0	6	2	0	0	0
Dépôts glacio-lacustres grossiers	18	0	0	6	6	0	0	0
Dépôts glacio-lacustres argilo-limoneux	69	0	3	21	8	0	10	6
Dépôts fluvio-glaciaires	3	0	1	5	0	0	0	1
Moraine sur grès	19	0	10	14	23	0	0	14
Moraine sur marne	2	0	0	0	14	0	0	0
Grès molassique	67	0	0	25	2	0	0	0
Marne silteuse	64	0	0	14	14	0	0	1
Grès silteux	36	0	0	8	10	0	0	2
Marne	15	0	0	7	2	0	0	0
Alluvion ancienne, poudingue	1	0	0	0	0	0	0	0
Colluvions	27	0	0	3	0	0	0	0
Remblais	1	0	0	0	0	0	0	0
Alluvions	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	856	2	34	282	107	11	28	40

**Tableau 1 Surface (ha) des différentes associations sol – substrat géologique pour l'ensemble du vignoble genevois, surface totale 1365 ha.**

Les divers types de sols se forment et évoluent différemment suivant le matériel parental duquel ils sont issus. Ainsi, on trouve une majorité (80 %) de CALCOSOLS sur dépôts glacio-lacustres argilo-limoneux ou sur les grès molassiques. On remarque aussi que sur les dépôts glacio-lacustres grossiers on trouve davantage de sols plus évolués comme les BRUNISOLS et les LUVISOLS avec 21 et 20 % respectivement. Les CALCOSOLS demeurent dominant mais n'occupent que 59 % de la surface. Ceci est probablement dû à la plus grande perméabilité du substrat, facilitant la dissolution et la lixiviation des carbonates.

Substrat géologique	Type de sols en%								TOTAL
	CALCOSOL	ARENOSOL	CALCISOL	BRUNISOL	LUVISOL	NEOLUVISOL	REDOXISOL	COLLUVIOSOL	
Moraine peu compacte	69	0	2	27	1	0	0	0	100
Moraine caillouteuse	69	0	3	19	4	0	1	4	100
Moraine à texture fine compacte	56	0	2	25	4	5	6	1	100
Dépôts glacio-lacustres limono-sableux	80	5	0	12	3	0	0	0	100
Dépôts glacio-lacustres grossiers	59	0	0	21	20	0	0	0	100
Dépôts glacio-lacustres argilo-limoneux	59	0	3	18	7	0	8	5	100
Dépôts fluvio-glaciaires	26	0	13	49	0	0	0	13	100
Moraine sur grès	24	0	12	18	29	0	0	17	100
Moraine sur marne	13	0	0	0	87	0	0	0	100
Grès molassique	71	0	0	26	2	0	0	0	100
Marne silteuse	69	0	0	15	15	0	0	1	100
Grès silteux	64	0	0	14	17	0	1	3	100
Marne	62	0	0	27	10	0	0	1	100
Alluvion ancienne, poudingue	70	0	30	0	0	0	0	0	100
Colluvions	90	0	0	9	0	0	1	0	100
Remblais	91	0	0	0	0	0	9	0	100
Alluvions	90	0	0	10	0	0	0	0	100

**Tableau 2 Pourcentage de types de sols formés par substrat géologique.**

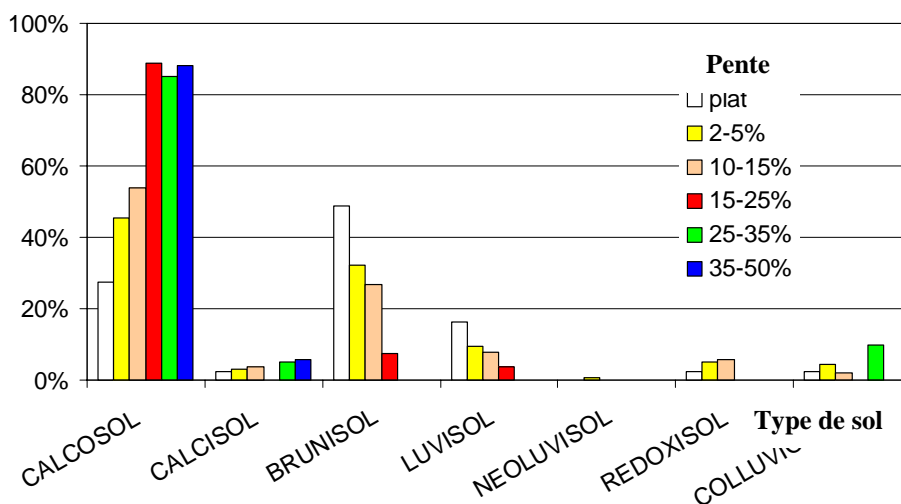
Le substrat géologique influence aussi le régime hydrique des sols. On constate par exemple que les REDOXISOLS, présentant des conditions hydromorphes à moins de 50 cm de profondeur, apparaissent surtout sur les substrats marneux ou les moraines de fond compactes (Tableau 2). De manière générale, les caractères rédoxiques dominent sur les substrats à texture fine. L'effet des moraines caillouteuses dépend de leur compacité.

Substrat géologique	Caractère hydromorphe des sols (%)					
	Non hydromorphe	rédoxique en profondeur	réductique en profondeur	légèrement rédoxique	rédoxique	réductique
Moraine peu compacte	11	14	0	21	8	0
Moraine caillouteuse	37	12	0	19	17	56
Moraine à texture fine compacte	12	38	17	10	23	0
Dépôts glacio-lacustres limono-sableux	4	3	0	6	2	28
Dépôts glacio-lacustres grossiers	4	0	0	0	1	0
Dépôts glacio-lacustres argilo-limoneux	4	21	76	4	14	16
Dépôts fluvio-glaciaires	2	0	0	0	0	0
Moraine sur grès	4	0	0	10	9	0
Moraine sur marne	0	0	0	6	0	0
Grès molassique	10	4	0	7	2	0
Marne silteuse	4	1	0	10	12	0
Grès silteux	4	0	0	7	4	0
Marne	1	0	0	0	5	0
Alluvion ancienne, poudingue	0	0	0	0	0	0
Colluvions	3	4	0	0	2	0
Remblais	0	0	7	0	0	0
Alluvions	0	0	0	0	0	0
Total	100	100	100	100	100	100

**Tableau 3 Intensité des signes d'hydromorphie dans les sols du vignoble genevois en fonction du substrat géologique sous-jacent.**

Si le matériel parental influence significativement le type et le caractère hydromorphe, le relief joue aussi un rôle important dans la répartition du type de sol. La figure 3 montre que les sols les plus évolués et fertiles (p. ex. BRUNISOLS et LUVISOLS) sont situés dans les zones de replats ou de faible pente, alors que les CALCOSOLS dominent dans les coteaux les plus pentus.

**Surface occupée (%)**

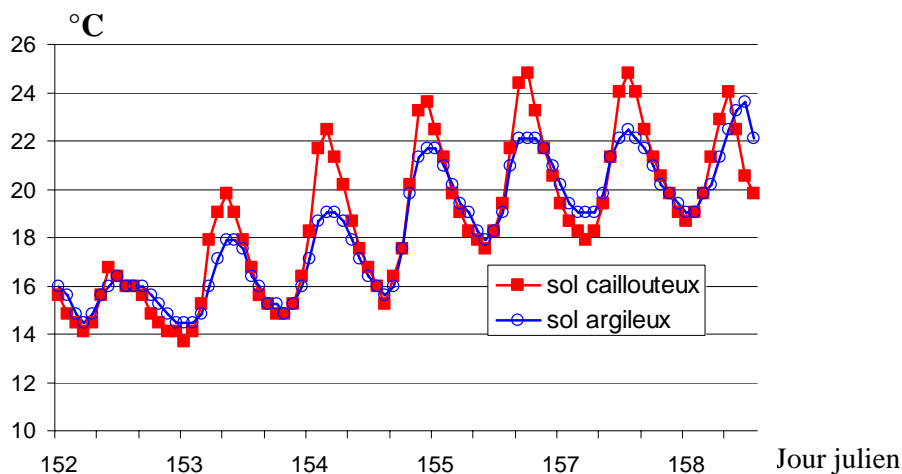


**Figure 3 Répartition des sols en fonction de l'inclinaison des pentes dans l'ensemble du vignoble genevois.**

**Potentialités des sols viticoles**

Les importantes différences de texture et de compacité des substrats géologiques influencent la perméabilité et la quantité d'eau utile à disposition de la plante dans un sol. Entre les sols peu profonds sur molasse gréseuse et ceux situés sur les dépôts glacio-lacustres plus meubles et plus profonds, on observe un rapport de 1 à 5 dans la quantité d'eau utile potentielle, de 50 à 250 mm respectivement. Ce calcul est toutefois à relativiser car il existe des mouvements d'eau souterrains permettant d'alimenter des sols a priori superficiels. Dans le même esprit, des profils ont montré que les racines de la vigne étaient capables de s'infiltrer dans les fissures de la roche et d'exploiter l'eau y étant retenue. A l'opposé, certains sols profonds, mais hydromorphes, limitent la vigueur de la vigne en réduisant le développement de son système racinaire.

Les substrats géologiques confèrent aux sols des propriétés thermiques différentes. La figure 4 montre l'évolution des températures du sol à 10 cm de profondeur, pour un sol moyen et caillouteux et celle pour sol à texture fine et à tendance hydromorphe.



**Figure 4** Température à 10 cm de profond d'un sol caillouteux de texture moyenne et d'un sol argileux hydromorphe.

Les deux sols ont une pente de 1-3 % et une orientation de la pente assez similaire (O- NO). Les deux parcelles sont en culture Guyot mi-haute. Les rendements et le rapport feuille-fruit sont également similaires. On remarque que le sol caillouteux présente un régime thermique différent. Il se distingue principalement par des amplitudes thermiques et des maxima plus importants. Les maturités des raisins, récoltés à la même date, sont de 91°Oechsle pour le sol chaud et 84 °Oechsle pour le sol plus froid.

## Conclusions et perspectives

Les dépôts tertiaires et quaternaires du canton de Genève présentent une grande hétérogénéité texturale et spatiale. Cette diversité se répercute sur les sols, dont les propriétés culturales, tels que les régimes hydrique et thermique, sont très variables. Elle influence ainsi de façon importante le comportement de la vigne. Les premiers résultats présentés sont à interpréter en relation avec le millésime 2007. Du point de vue viticole, au cours de l'année 2007, de grandes différences phénologiques ont été observées entre les parcelles du réseau. Pourtant, le mois d'avril chaud a provoqué un débourrement précoce et très rapide généralisé, atténuant ainsi l'effet de la température du sol. Les abondantes précipitations ont limité l'effet de la quantité d'eau utile pouvant être stockée dans le sol. Enfin, des dégâts dus à la grêle ont perturbé certaines parcelles. Malgré ces difficultés, des éléments importants ont été relevés, améliorant la compréhension de l'interaction sol-climat-vigne des vignobles du canton de Genève. Le suivi sur plusieurs millésimes s'avère indispensable pour mieux comprendre l'effet des substrats géologiques et des sols sur la croissance de la vigne.

## Remerciements

Ce projet a été financé par le service cantonal de viticulture et l'association des organisations viticoles du canton de Genève. Il a été soutenu par les services cantonaux de géologie et de géomatique.

## Bibliographie

- AUBOUIN, J., BROUSSE, R., ET LEHMAN, J.P., 1978. Précis de géologie, paléontologie stratigraphique. Dunod université, 697 pp.
- BRGM, 1997. Carte géologique de la France 1 :50000, feuille 653 Saint-Julien-en-Genevois.
- FANET, J., 2001. Les terroirs viticoles. Ed. Hachette, 239pp.

INRA, 1995. Référentiel pédologique. INRA éditions, 332 pp.

LETESSIER, I., ET FERMOND, C., 2004. Caractérisation des sols. *Revue suisse Vitic. Arboric. Horticul.* Vol **36**, p 4-10.

MORLAT, R. Le terroir viticole : contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Application aux vignobles rouges de moyenne vallée de la Loire. Thèse, université de Bordeaux II. 289 pp.