



ÉTUDE GÉOPÉDOLOGIQUE

DE L'AIRE D'APPELATION

CROZES-HERMITAGE

RAPPORT GÉNÉRAL



Porteur de projet



CROZES-HERMITAGE

Partenaire



Réalisation



Juillet 2009 - Février 2011



Ce rapport général est accompagné

- d'un cahier 2 d'annexes techniques
- d'un cahier 3 d'illustrations, coupes géologiques et fiches de profils
- d'une **carte** technique de format A0 (91x85cm)
- d'un jeu de cartes simplifiées de format A0, A1, A2 et A4

Etude réalisée en 2009 et 2010 par Isabelle Letessier - Pédologue
Et Josselin Marion - Géologue
SIGALES
Etudes de sols et de Terroirs
38410 St Martin d'Uriage
04 76 89 79 12

Mandataire, diffusion tous droits réservés
Syndicat des vins d'AOC Crozes-Hermitage





TABLE DES MATIÈRES

1. LECTURE DU RAPPORT ET DES CARTES	- 9 -
1.1. <i>LECTURE DE CE RAPPORT GENERAL.....</i>	<i>- 9 -</i>
1.2. <i>LE CAHIER II: ANNEXES TECHNIQUES</i>	<i>- 10 -</i>
1.3. <i>LE CAHIER III: CARTES, POSITION ET FICHES DES PROFILS.....</i>	<i>- 10 -</i>
2. GEOLOGIE	12 -
3. PRINCIPES DE CODIFICATION DES UNITES DE SOLS	32 -
3.1. <i>LIRE LE CODE D'UNITE SIMPLE (4CHIFFRES -1234).....</i>	<i>- 33 -</i>
3.2. <i>LIRE L'ETIQUETTE COMPLETE (1234, 1 + VAR)</i>	<i>- 33 -</i>
4. DESCRIPTION DES UNITES DE SOL.....	37 -
4.1. <i>LES TERROIRS DES ROCHES CRISTALLINES DURES [12,13,15]</i>	<i>- 38 -</i>
4.2. <i>LES TERROIRS DES ROCHES CALCAIRES TENDRES [45].....</i>	<i>- 52 -</i>
4.3. <i>LES TERROIRS DES TERRASSES ALLUVIALES ANCIENNES [50-60].....</i>	<i>- 54 -</i>
4.4. <i>LES TERROIRS DES LOESS [70 A 75]</i>	<i>- 82 -</i>
4.5. <i>LES TERROIRS COMPLEXES DES PENTES [80 A 88]</i>	<i>- 90 -</i>
4.6. <i>LES TERROIRS DES COLLUVIONS ET ALLUVIO-COLLUVIONS RECENTES [90-97]......</i>	<i>- 94 -</i>
5. RÉSULTATS COMMENTÉS DES ANALYSES DE TERRE.....	97 -
6. DONNEES CLIMATIQUES EN RAPPORT AVEC LES SOLS.....	- 102 -
7. CONCLUSIONS.....	- 105 -
7.1 <i>LES TERROIRS DE CROZES-HERMITAGE: SYNTHESE.....</i>	<i>- 105 -</i>
7.2 <i>LES TERROIRS DE CROZES-HERMITAGE: LES GRANDS SECTEURS</i>	<i>- 106 -</i>
8. FOIRE AUX QUESTIONS « FAQ »	- 110 -
9. UTILISATION DES CARTES	- 116 -



Table des illustrations

Figure 1: L'appellation partagée en 5 secteurs	8 -
Figure 2: Situation géographique de l'appellation Crozes-Hermitage.....	12 -
Figure 3: Coupe géologique Ouest-Est	14 -
Figure 4: La formation du défilé de Tournon	16 -
Photo 5: Le défilé de tournon et la surface d'aplanissement	17 -
Photo 6: Altération d'un granite	18 -
Figure 7: Désagrégation d'un granite	19 -
Photo 8: un exemple de Gneiss, hétérogène	19 -
Photo 9: Carrière de kaolin de Larnage.....	20 -
Photo 10: Affleurement de marnes du Pliocène (Larnage).....	21 -
Photo 11: Amas calcaires au sein des marnes	21 -
Figure 12: L'extension probable des glaciers Riss et Würm.....	22 -
Figure 13: Système de terrasses emboîtées - étagées	23 -
Photo 15: Les quartzites des très anciens niveaux	24 -
Photo 16: Talus et pied de talus dans le Würm	25 -
Figure 17: Talus et pied de talus	25 -
Photo 18: Talus d'alluvions anciennes (plateau des Balayers à Mercurol).....	26 -
Photo 19: Abri sous roche dans la griffe	26 -
Photo 20: Calcitisations sous les galets	26 -
Photo 21: Talus de lœss en partie décalcifié à Erôme	27 -
Photo 22: Talus de lœss à bancs durcis (Erôme)	28 -
Figure 24: Simulation de l'érosion - Canyon du Rhône et Golfe du Lion (N. Loget, 2005).....	30 -
Photos 25: Crussol, une curiosité géologique	31 -
Photo 26: La roche de la Roche de Glun.....	31 -
Figure 27: Principes de codification des unités de sol	32 -
Tableau 28: liste des matériau parentaux = -2 premiers chiffres du code	36 -
Figure 29: Estimation du réservoir hydrique du saprolite	42 -
Tableau 30: Réservoir hydrique des sols avec saprolite	43 -
Photo 31: calcitisation d'un granite	43 -
Tableau 32: Liste des profils issus des granites et gneiss	46 -
Tableau 33: Liste des profils complexes sur granites et gneiss.....	48 -
Tableau 34: Liste des profils issus de et sur marnes	52 -
Tableau 35: Synthèse des analyses de sols issus de marne.....	53 -
Figure 36: Les paliers de la basse terrasse Würm.....	58 -
Photo 37: Une plaine alluviale récente, ici la Durance près des Mées (Photo: Christian Pinatel)	59 -
Figure 38: liste des profils de terrasse, peu évolués	60 -
Tableau 39: Liste de profils de terrasse, peu évolués	62 -
Tableau 40: Liste des profils de terrasse, peu évolués, assez profonds	63 -
Figure 41: Profil hydrique de sol très peu évolué à Beaumont	64 -
Figure 42: Profil hydrique de sol un peu évolué à Beaumont	64 -
Tableau 43: Liste de profils de terrasse, assez évolués, peu épais.....	65 -
Tableau 44: liste des profils de terrasses, plus évolués et assez épais	66 -
Tableau 45: Liste des profils de terrasses, évolués épaisse.....	67 -
Photo 46: galets calcaires en voie de digestion	68 -
Tableau 47: les sols de terrasse 63- Synthèse analyses de terre	70 -
Graphique 48: Synthèse des réservoirs utiles (RU) estimés dans les profils du Würm	72 -
Tableau 49: Synthèse des analyses sur le palier des Audouards	74 -
Figure 50: Trois profils hydriques dans les Voleyses à Chanois.....	76 -
Tableau 51: Liste des profils des terrasses très anciennes	77 -
Photo 52: Horizon argileux dérubiifié	79 -
Tableau 53: Cas particuliers des terrasses très anciennes	80 -
Figure 54: Profil hydrique de lœss.....	85 -
Tableau 55: Synthèse analyses des sols de loess	85 -
Photo 56: Des turricules très stables	86 -
Photo 57: Poupées et concréctions calcaires du lœss	87 -
Photo 58: Chenaux à graviers dans un lœss remanié.....	88 -
Tableau 59: Liste des profils issus de colluvions diverses	94 -
Tableau 60: Synthèse des analyses - Tout Crozes-Hermitage (99 profils)	97 -



Figure 61: La matière organique et profondeur de prélèvement.....	99 -
Figure 62: Durée d'ensoleillement annuel.....	102 -
Figure 63: Nombre de jours de vent supérieur à 60km/h, stations d'altitude <500m	102 -
Figure 64: Nombre d'épisodes >200 mm par département - période 1974-2000	102 -
Figure 65: Diagrammes pluviothermiques comparés.....	103 -
Tableau 66: Données pluviométriques saisonnières.....	103 -
Figure 67: Données pluviométriques annuelles 2000-2009	104 -
Photo 68: La syrah dans son climat d'origine	104 -
Tableau 69: Bilan des surfaces par familles de matériaux/ nombre de profils	105 -
Figure 70:Bilan des surfaces par famille de matériaux parentaux (/SAU)	105 -
Photos 71: Exemples d'enracinements profonds Glun119 SERV63	111 -
Photos 72: Vers de terre; traces de chenaux, turricules.....	112 -
Photos 73: Erosion - ceps déchaussés	115 -



AVANT-PROPOS

Le Syndicat des Vins d'AOC Crozes-Hermitage a confié au bureau d'études Sigales une étude de caractérisation des terroirs de son appellation. Cette étude a été menée durant près de 2 ans, entre juillet 2009 et février 2011. Elle concerne essentiellement l'histoire naturelle et la description de la composante «sol» de ses terroirs.

Il n'est pas banal dans notre monde de plus en plus synthétique, d'utiliser un 'facteur de production' qui a pris des milliers d'années pour se constituer. Le sol, interface très complexe entre le vivant et le minéral, mérite bien qu'on s'y attarde par d'autres approches que des analyses chimiques ou des observations de surface.

Le Pays de l'Hermitage, au débouché d'un des défilés les plus étroits du Rhône, fleuve mythique, ici strictement orienté du nord au sud, est le gardien d'un des passages les plus symboliques entre le monde méditerranéen et Europe septentrionale et atlantique.

Pour comprendre ses sols, nous avons eu besoin de reconstituer tous les soubresauts de l'histoire du Rhône et de sa cousine l'Isère.

Remontant plus loin encore, c'est toute l'histoire des Alpes et de la Méditerranée qui nous explique la présence ou non d'un matériau, et donc d'un sol à tel endroit.

Enfin les considérables fluctuations climatiques de ces deux derniers millions d'années ont aussi leur rôle dans l'épaississement et la conservation (ou pas) des sols. L'histoire des glaciations a d'ailleurs été bien décryptée dans ce secteur de la moyenne vallée du Rhône, car les dépôts qui en sont dérivés sont ici mieux conservés qu'au cœur même des zones englacées, et restent plus lisibles que dans sa portion aval.

La mise en avant du 'terroir' depuis quelques années est indéniable et s'accompagne d'ailleurs d'un fort questionnement du public sur la « qualité » des sols. Une médiatisation forcément simpliste peut être provisoirement utile, mais ne doit pas dissimuler la complexité des faits ou donner une image erronée de ce qu'est un sol, ou plutôt de ce que sont LES sols: pas plus une éponge 'morte' gorgée de pesticides, qu'un milieu magique et irrationnel.

Notre travail a pour objectif de décrire au mieux la composante du terroir liée au « sol », qui n'est qu'une parmi d'autres, nous ne l'ignorons pas. Si, en prime il pouvait contribuer à une meilleure compréhension de cette « fine pellicule d'une folle complexité » (cf. biblio 25), nous en serions heureux.

Il est impossible de prédire ce que sera un vin au vu d'un profil de sol ou encore moins d'un paramètre pédologique isolé. Mais on peut formuler des hypothèses solides et les vérifier en travaillant sur des répétitions de profils judicieusement regroupés, ce qui nécessite une cartographie. Même si deux sols ne sont jamais exactement semblables, on peut alors approcher le rôle indéniable de ce qui est une couverture continue, mais hétérogène, verticalement et horizontalement.

Il faut garder à l'esprit que beaucoup de paramètres physico-chimiques et écologiques varient dans le sol d'un mètre, voire d'un millimètre à l'autre, et d'une saison à l'autre. Ils sont difficiles à qualifier, impossibles à quantifier, ou de façon beaucoup trop coûteuse pour être répétés comme le nécessiterait leur variabilité dans le temps et l'espace. N'importe quel paramètre, isolé de son contexte, peut sembler « expliquer » des différences entre les vins. Beaucoup de découvertes passionnantes et utiles, sont contenues en germe dans les dizaines de thèses publiées et validées chaque année. Très pointues, souvent mono-factorielles, elles demandent cependant à être analysées et retraduites par des vérifications pratiques avant d'être extrapolées comme des lois universelles.

Si le sol permet de comprendre une partie du comportement de la vigne, on peut sans doute symétriquement dire que la viticulture, au travers des relations complexes qui s'établissent entre

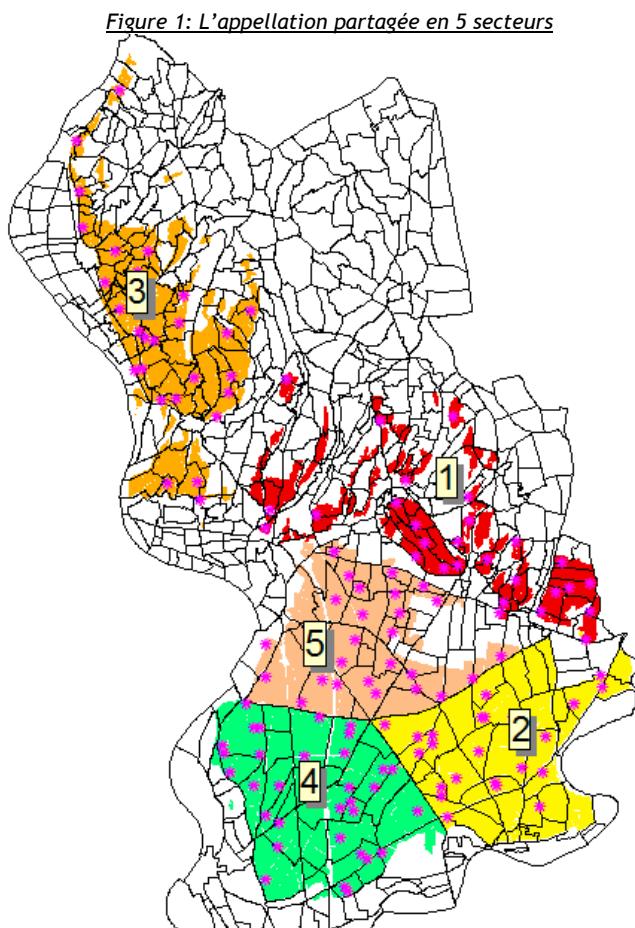
qualité, quantité de production et gestion de l'eau, peut permettre de faire évoluer un certain nombre de points de vue sur les sols.

L'esprit analytique, que nous revendiquons, n'exclut pas de garder notre capacité d'émerveillement. Nous n'oublions pas les « qualités sensibles » qui restent pour toujours secrètes et n'auront jamais vocation à être cartographiées: le plaisir de se rendre dans une parcelle, pour la vue qu'elle offre, la fidèle présence d'un oiseau rare ou joli, d'un arbre qui donne juste la bonne ombre, le souvenir d'un grand-père... tous les liens intimes qui la lient à son vigneron, et celui ou celle-ci aux générations qui les ont précédés ... Tout ce qui fait qu'on choisit inconsciemment de passer plus de temps ici qu'ailleurs.

Pour ce travail qui concerne toute l'aire d'appellation, soit près de 3800 hectares, il aura fallu creuser puis décrire 140 fosses pédologiques, accompagnées d'environ un sondage à la tarière pour deux hectares de vigne et d'innombrables observations de surface. Malgré tout, toutes les parcelles n'ont pu être visitées puisqu'il faut environ 4 observations/hectare pour réaliser un travail à l'échelle parcellaire (la 'grande' échelle). Et encore, à la tarière manuelle et quelle que soit la musculature du prospecteur, on n'a jamais qu'une vision partielle de ce qu'est un sol viticole, souvent très profondément exploré bien que rocheux ou caillouteux.

Pour permettre une organisation efficace, gênant le moins possible les vigneron, l'appellation a été scindée en 5 secteurs, 2 en coteaux et 3 en plaine, soit 5 groupes de travail. Chaque série de 20 à 30 profils a pu ainsi être positionnée, creusée, observée, visitée en groupe puis rebouchée en moins d'une semaine.

Voici ce découpage qui suit en partie les limites de communes, avec le semis des profils réalisés:



Zone 1: Larnage Est, Mercurol Nord, Chanos-Curson Nord-580 ha environ

Zone 2: Beaumont-Monteux (971ha)

Zone 3: Serves, Erôme, Gervans, Crozes, Larnage Ouest: 870 ha

Zone 4: Pont de l'Isère, La Roche de Glun: 1020 ha

Zone 5: Mercurol Sud, Chanos-Curson Sud (au Sud de la route D532): 850 ha

~~~~~

La plus grande partie de ce rapport est consacrée à la description objective des caractéristiques et des répartitions des sols que nous avons constatées.

~~~

1. LECTURE DU RAPPORT ET DES CARTES

1.1. LECTURE DE CE RAPPORT GENERAL

Le CHAPITRE 2, qui suit est consacré à la GÉOLOGIE.

Une large place lui est accordée pour trois raisons. Nous avons d'ailleurs choisi de lui donner en première place des étiquettes de la carte:

- Elle est à l'origine du sol (rôle de matériau parental) et du relief, donc du paysage.
- Elle intervient dans le comportement de la vigne (les racines pénètrent dans la roche)
- Les vignerons (et souvent leurs clients) sont passionnés par l'histoire de leurs paysages.

Y sont largement traités: l'histoire des paysages, la mise en place des roches-mères et plus largement des matériaux parentaux, puis des sols à travers les ères géologiques.

Les sols actuels sont un peu « l'écume » de ces roches, soumises aux climats et aux végétations particulièrement contrastées de ces deux derniers millions d'années. Même si la géologie n'est pas la pédologie, elle en est la porte d'entrée et la clef de compréhension et l'on doit la garder en mémoire dans les codes.

Le CHAPITRE 3 détaille la technique de codification des sols

A partir du matériau parental, vu au chapitre 2, les sols se forment par évolution et approfondissement (ou érosion). On rencontre sur ce secteur de la moyenne vallée du Rhône des sols géants très vieux, les plus épais de France, puisqu'ils peuvent atteindre plus de 20 mètres d'épaisseur sur des matériaux de 2 millions d'année, et des sols jeunes et très minces sur des altérites de granites de 400 millions d'années.

Les sols, au long de leur évolution très lente, mais considérable, ont ainsi enregistré des dynamiques journalières, annuelles, millénaires. Tout cela construit leur histoire naturelle, qui est ensuite modifiée par leur utilisation par l'homme.

OU: comment un cailloutis sableux grossier et calcaire peut se transformer en un sol très argileux, très acide, très épais, puis par érosion redevenir un sol caillouteux calcaire ?

Et la carte des sols va ainsi se différencier plus ou moins radicalement de la carte géologique.

Plutôt que des numéros sans logique, qui changerait de cartes en cartes, nos étiquettes sont construites selon un système de codes. En effet, il n'existe pas de système simple et universel, qui convienne bien à la vigne et puisse donner des étiquettes suffisamment condensées.

Par la suite, l'utilisation de cette "grammaire" peut permettre d'améliorer les cartes, ou les bases de données associée. Rappelons encore que la cartographie n'est pas établie au niveau parcellaire et ne pourra jamais rendre fidèlement compte des moindres variations de terrain en profondeur, même si ce serait théoriquement possible, mais peu intéressant de le faire pour l'horizon de surface.

Le CHAPITRE 4 décrit les unités de sol

...leurs caractéristiques moyennes, leurs variantes les plus fréquentes, les moyens éventuels de les reconnaître sans profil, comment et pourquoi on passe de l'une à l'autre. Elles sont regroupées par matériaux parentaux et déclinées des plus simples au plus complexes.

Le CHAPITRE 5 détaille et synthétise les résultats des analyses de terres.

Ces analyses sont imparfaites, on le sait, et doivent être interprétées avec prudence, toujours en fonction du contexte. Mais les méthodes employées sont normalisées depuis plus de 30 ans et restent comparables entre différents contextes et régions et même entre générations. Moyennant certaines précautions d'interprétations, elles restent irremplaçables. (Voir aussi le Cahier II des annexes techniques)

Le CHAPITRE 6 présente quelques données climatiques (séries récentes)

Ce sont principalement les données pluviométriques saisonnières (moyennes et millésimes types) qui doivent être mises en regard des caractéristiques des sols pour en apprécier le comportement.

Le CHAPITRE 6 enfin, synthétise les résultats en termes de surface et résume l'essentiel de nos constatations et les particularités que nous avons eu le plaisir de trouver.

1.2. LE CAHIER II: ANNEXES TECHNIQUES

Pour pouvoir être consulté à part, des rappels théoriques généraux sont reliés dans un second cahier qui comporte trois parties suivies d'un lexique et d'une bibliographie:

- 1-RELATIONS SOL-VIGNE: spécificité de la pédologie viticole
- 2-PEDOLOGIE: notions générales de base
- 3-FONCTIONNEMENT DES SOLS
- Lexique et Bibliographie

Ce cahier est sûrement moins nécessaire aujourd'hui qu'il y a quelques années, car on peut trouver beaucoup de choses sérieuses sur Internet, depuis quelques années. (cf Bibliographie - cahier 2)

De même, beaucoup de livres ont été publiés autour des sols, de la vigne, des terroirs.

Mais il est souvent utile de remettre les choses en perspectives, et les nombreuses mises en garde d'interprétations que nous dispersons dans ces pages, et qui sont issues de milliers d'observations de profils réellement creusés entre les rangées de vignes au-delà de 1m50 dans toutes les conditions de saison, de région et de topographie, peuvent tout de même avoir leur place. Bref il faut naviguer raisonnablement entre simplifications exagérées et doutes perpétuels.

1.3. LE CAHIER III: CARTES, POSITION ET FICHES DES PROFILS

Les 140 fiches de profil sont reliées dans un cahier III d'illustrations, qui regroupe aussi les cartes pédologiques réduites (complète et simplifiée), pour pouvoir être consultées en parallèle avec ce rapport général.

Une carte A4 de localisation de tous les profils ouvre ce cahier, associée à un tableau qui reprend les lieux dits de creusement, les profondeurs atteintes par la pelle, par les racines et les réservoirs estimés. Nous espérons que ce ne seront pas les derniers !



Le creusement de profils doit devenir presque une routine, surtout pour les cultures pérennes. Peu coûteux au regard de l'investissement que représente une plantation de vigne ou de verger, nous avons vu ensemble sur le terrain qu'il était facile pour le vigneron d'en retirer de très riches enseignements, à la seule condition d'y descendre et de s'y attarder au moins une bonne demi-heure, en décroutant soigneusement les faces lissées, de prendre des notes et des photos, de prélever de petits bocaux des horizons avant de refermer les fosses. Un coup d'œil rapide depuis le bord d'un trou non rafraîchi peut donner de fausses impressions.

C'est d'autant plus instructif que l'on en voit plusieurs différents sur des vignes que l'on connaît bien, dans la même journée.

L'utilisation exagérée des talus comme descriptif de profil supposé comporte un risque de mauvaise interprétation

Un profil isolé demande souvent à être confirmé, avant d'en tirer des lois de répartition ou des règles de comportement.



2. GEOLOGIE

Afin d'aborder les questions ayant trait à la géologie, le chapitre se présente sous la forme d'un assemblage de parties bien distinctes, plus ou moins indépendantes, à la manière de fiches synthétiques.

- **Situation:** présente la configuration régionale de l'appellation
- **Histoire géologique:** explique rapidement la mise en place des roches et reconstitue la création des reliefs et des structures
- **Structures géologiques - Morphologie du vignoble**
- **Les glaciations:** pour comprendre dans quel contexte (périglaciaire !) certains terrains se sont déposés.
- **Les types de roches:** pour avoir un aperçu des formations géologiques qui concernent le vignoble
 - ✓ Les granites et gneiss
 - ✓ Le kaolin
 - ✓ Les marnes pliocènes
 - ✓ Les alluvions anciennes
 - ✓ Les loess
 - ✓ Les remaniements

Situation

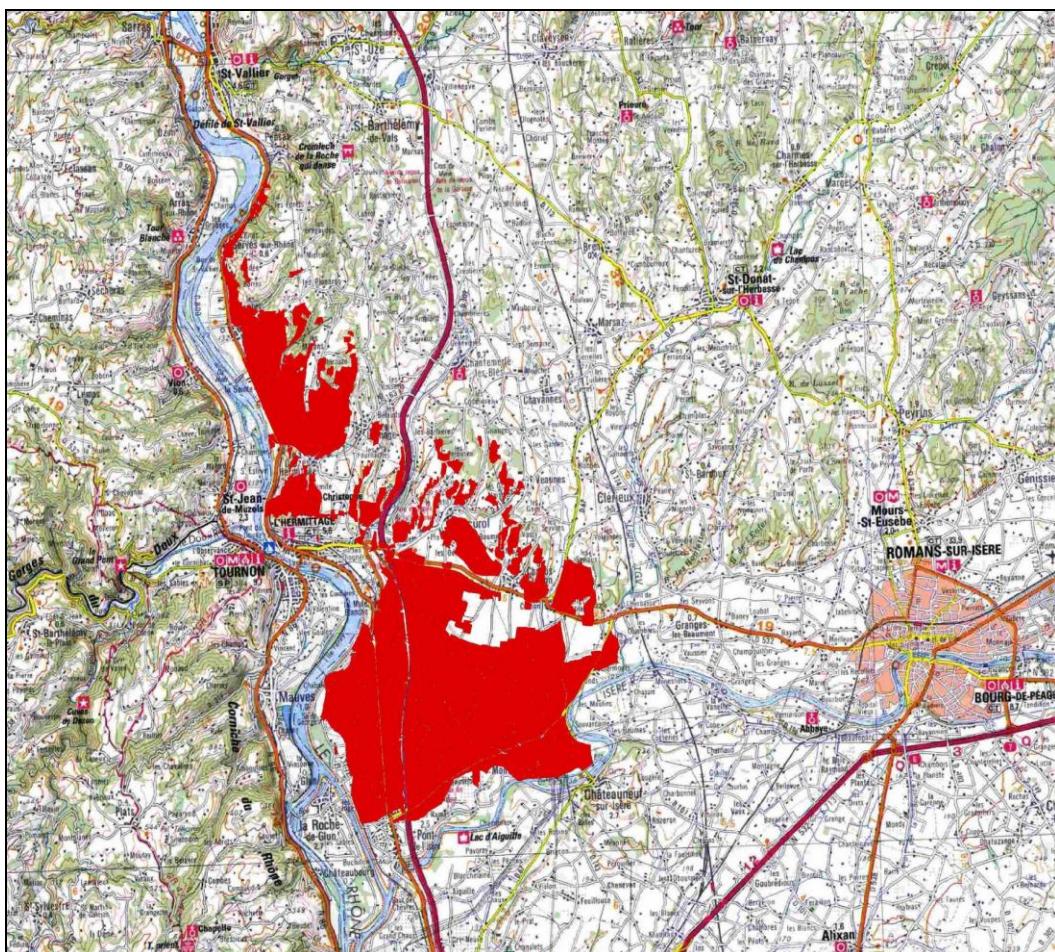


Figure 2: Situation géographique de l'appellation Crozes-Hermitage



A la différence de ces proches voisins, le vignoble de Crozes n'est pas contenu aux seules pentes raides regardant le Rhône ; il s'étend largement dans la partie Nord-Ouest de la « plaine » de Valence, en rive droite de l'Isère.

(Le terme de plaine est ici pris dans son strict sens topographique, ce qui n'implique en aucun cas une particulière fertilité, et nous allons l'éviter dès maintenant).

Le bassin de Valence sépare le Massif Central des Alpes, là où ils sont pratiquement les plus proches l'un de l'autre. Le Crozes-Hermitage s'épanouit contre la bordure orientale du Massif Central et les crêtes du Vercors, qui sont la bordure montagneuse alpine, ne sont qu'à quelques encablures. Les massifs calcaires du pourtour alpin avec leurs hauts plateaux (Vercors, Chartreuse, Bauges...), sont appelés "chaînes sub-alpines", alors que les sommets granitiques, plus accidentés eux, constituent les massifs cristallins externes (Mont Blanc, Belledonne, Ecrins...). Au-delà vers l'Est, ce sont les Alpes internes (voir figure 3).

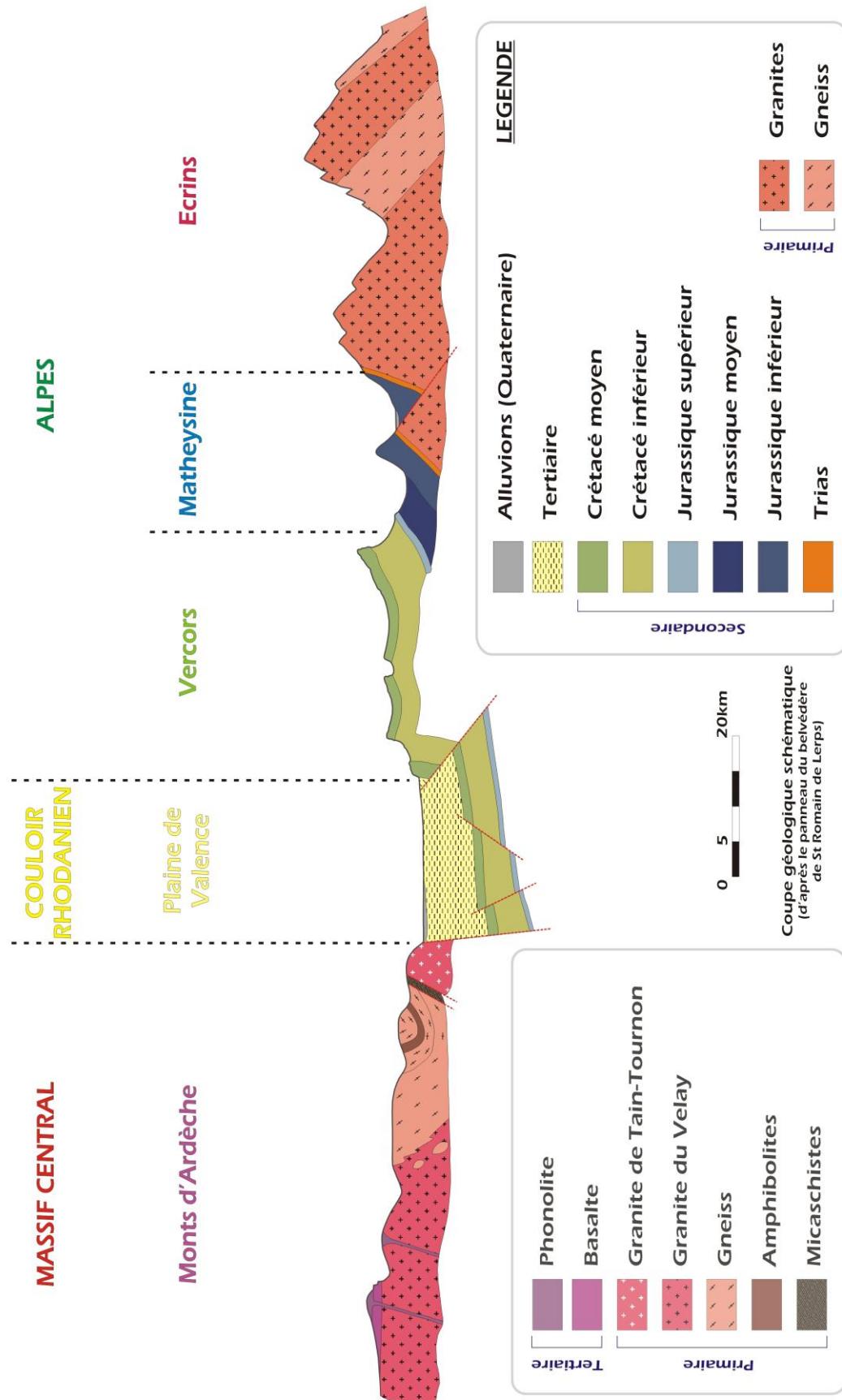


Figure 3: Coupé géologique Ouest-Est



L'histoire géologique

Plusieurs grands événements géologiques sont à l'origine des roches et paysages:

La région se scinde tout d'abord en deux entités principales.

A l'Ouest du Rhône, le socle ancien est plus ou moins soulevé. C'est le plateau Vivarais, qui forme une vaste marche assez horizontale, (plateau pénéplané) à environ 400 mètres d'altitude, entre la vallée profonde et l'arc montagneux plus à l'ouest. Les gneiss, granites et autres roches cristallines, plissés, affleurent partout où d'autres formations (sédimentaires ou volcaniques) ne les ont pas recouverts.

A l'Est du Rhône, le Bas-Dauphiné, et ses multiples collines, correspond à un bassin sédimentaire récent (à l'échelle géologique) effondré. En effet, la zone est à relier au 'Rift Ouest-Européen' où se succèdent plusieurs **couloirs d'effondrement** depuis l'Alsace (vallée du Rhin), la Bresse et la vallée de la Saône, puis le couloir du Rhône.

Les Alpes commencent à s'ériger à l'ère tertiaire à la suite d'une collision entre plaques tectoniques. Les nappes de charriage, les chevauchements et les plis se mettent en place, au fur et à mesure que les reliefs se créent et s'accentuent. Les roches sédimentaires, consolidées sous les mers à l'ère secondaire sont portées en altitude comme dans les massifs du Vercors et de la Chartreuse par exemple.

Sur le pourtour occidental de l'arc alpin, les barres calcaires semblent plonger sous d'épais dépôts: ce sont des bassins molassiques. Au Miocène inférieur, un étroit et long bras de mer peu profond cerne l'arc alpin, c'est la mer péricalpine. La périphérie des Alpes recueille les cailloux (galets), les sables, les limons et les argiles arrachés en amont, dans un premier temps en milieu marin puis continental. Par l'édification de cônes de déjection, le fossé se comble petit à petit, jusqu'à former le vaste piémont subalpin. Au même titre que la région du Léman en Suisse ou de Valréas plus au Sud, le Bas-Dauphiné (et plus particulièrement le plateau de Chambaran) correspond à ce piémont fait d'importantes accumulations provenant de l'érosion des montagnes naissantes.

A la fin du Miocène (il y a 5,9 millions d'années), le niveau de la mer Méditerranée baisse. En effet, la Méditerrané se trouve isolée de l'océan Atlantique suite à la fermeture (provisoire) du détroit de Gibraltar. Elle s'évapore peu à peu et précipite du gypse et du sel au fond du bassin Méditerranéen, en partie asséché. C'est la crise dite Messinienne (voir en fin de chapitre pour plus de précisions). L'abaissement du niveau marin provoque sur le continent une incision importante du réseau hydrographique qui découpe de profonds canyons: les cours d'eau, en particulier le Rhône et son réseau d'affluents, creusent profondément leurs lits.

A la suite de cette « crise » Messinienne, qui dure de -5,9 à -5,3 millions d'années, la réouverture du détroit de Gibraltar (par érosion) permet une remise en eau très rapide de la mer. Les canyons creusés précédemment tout autour du bassin méditerranéen, comme le Nil ou le Rhône qui nous intéresse plus particulièrement ici, sont ennoyés, ce qui forme des **rias**. L'étroit bras de mer du couloir rhodanien, qui atteignait le sud-lyonnais, se comble progressivement d'argiles, de sables et de cailloutis issus du démantèlement des reliefs avoisinants, durant le Pliocène.

Etude géopédologique des terroirs de Crozes-Hermitage

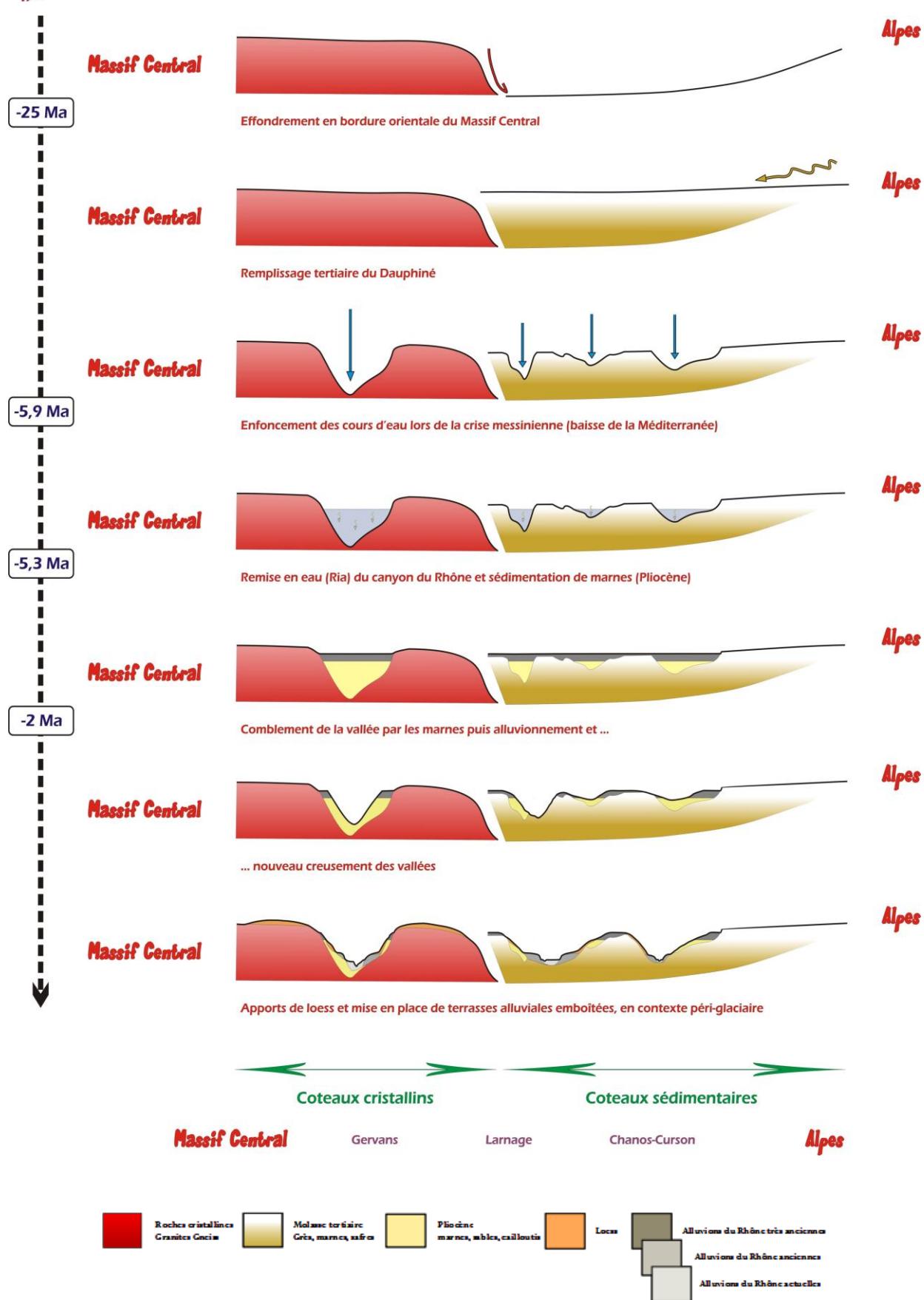


Figure 4: La formation du défilé de Tournon



Structures géologiques - Morphologie du vignoble

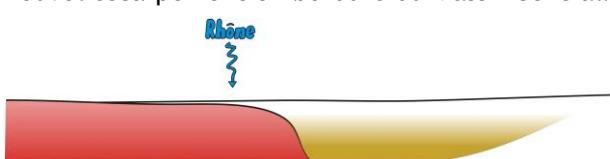
Crozes-Hermitage est un cru des Côtes du Rhône. Le terme n'est pas usurpé: c'est bien le fleuve qui a modelé par le passé les reliefs qui accueillent aujourd'hui le vignoble. Sans l'Isère et le Rhône, il n'y aurait pas ces vastes entablements d'alluvions anciennes qui représentent les plus grandes superficies. Il n'y aurait pas plus de versants abrupts regardant la vallée. Le Rhône a véritablement incisé les roches, creusant des défilés et rognant les bordures montagneuses. Comme plus à l'amont à Vienne, entre St Vallier et Tain, il ne s'est pas contenté de suivre la limite géologique du Massif Central. On peut se demander pour quelle raison le Rhône s'est "compliqué" la vie en allant s'installer momentanément dans les roches dures du socle.



Photo 5: Le défilé de Tournon et la surface d'aplanissement

Ce phénomène par lequel un cours d'eau n'est pas guidé par les structures géologiques où par la différence de résistance des roches, s'appelle l'épigénie. Le défilé de St Vallier à Tain correspond donc à un tronçon de vallée 'épigénique' du Rhône.

Le Rhône s'est encaissé sur place sur une surface initialement plane, où les sédiments miocènes (molasses) recouvrivent la pénéplaine (zone aplatie) du socle granitique, c'est-à-dire cachant le contact anormal. L'érosion différentielle a ensuite dégagé les terrains tertiaires, redessinant un nouvel escarpement en bordure du Massif Central. Le creusement s'est donc fait par surimposition (et non antécédence, s'il avait choisi plus naturellement de contourner par l'est le massif dur):



non antécédence, s'il avait choisi plus naturellement de contourner par l'est le massif dur):

Le Rhône se trouve désormais dans une position anormale par rapport à la structure géologique qui était autrefois masquée.

A retenir pour les sols:

- ✓ Les roches très anciennes des versants granitiques du couloir rhodanien ont connu une histoire originale, unique même, depuis 6 millions d'années: creusement (5,9MA), remise en eau, comblement par des marnes puis re-creusement terminal. Il sera donc difficile de dater les altérations de ces roches qui sont cependant assez importantes puisque souvent supérieures à la profondeur des fosses pédologiques.
- ✓ Mais si les roches sont très anciennes, les sols eux, seront toujours jeunes dans ces pentes fortes: qu'ils soient rajeunis par érosion ou récemment épaisse par colluvionnement.



Les grands types de roches-mères

La vaste aire d'appellation de Crozes-Hermitage est installée sur des sols variés provenant de matériaux parentaux (roches-mères) très anciens ou très jeunes, durs ou meubles, calcaires ou non, en fortes pentes ou à plats, ...



Roches cristallines (ère primaire)

Dans l'Appellation, les roches du socle cristallin concernent les versants abrupts entre le nord de Serves et Tain, depuis le Rhône jusqu'aux belvédères de Pierre Aiguille, des Méjans ou du Puy de Serves.

Bien avant que les diverses formations (alluvions, loess, éboulis, ...) aient recouvert ces roches très anciennes, il existait dès leur formation des différences de faciès, de débits ou de composition minéralogique entre elles. Au Sud du Val de Gervans, les granites sont relativement homogènes tandis qu'au Nord de cette ligne, les roches, généralement des gneiss, sont plus variables, souvent plus sombres.

Granites

Les villes de Tournon et Tain sont appuyées sur de puissants reliefs cristallins, constitués de granites dits porphyroïdes. Ce qui revient à dire que ces granites présentent des mégacristaux de feldspaths alcalins (orthose), souvent rectangulaires. Ces tablettes d'orthose sont de taille centimétrique (1 à 3cm en général). D'après la notice de la carte géologique de Tournon, la composition minéralogique avoisine un tiers pour le quartz, un tiers pour l'orthose et le dernier tiers pour l'oligoclase (feldspath plagioclase) et la biotite (micas noir). Pourtant cette masse granitique tend par endroit vers des leucogranites ou granites leucocrates, c'est-à-dire à grande proportion en minéraux clairs. Le long de sa bordure orientale, au Nord-Ouest de Larnage, le granite, très riche en feldspaths, prend des aspects pegmatitiques (beaucoup de cristaux de taille supérieure à 2 cm).

Le granite de Tournon/Saint-Uze est un grand massif intrusif dans un complexe de gneiss et migmatites. Il semble être d'âge carbonifère inférieur, soit 340 à 350 millions d'années.

Les minéraux d'un granite (principalement les micas et les feldspaths) s'altèrent, ils s'hydrolysent et se transforment en argiles. L'oxydation des micas donne une teinte plus sombre rousse à la roche assez claire à l'origine. A noter que malgré sa ressemblance avec le granite de Tain, l'exemple provient du Sud-Ouest du Massif Central. On voit un même granite, sain en [1], altéré en saprolite [2] et de l'arène granitique en [3].

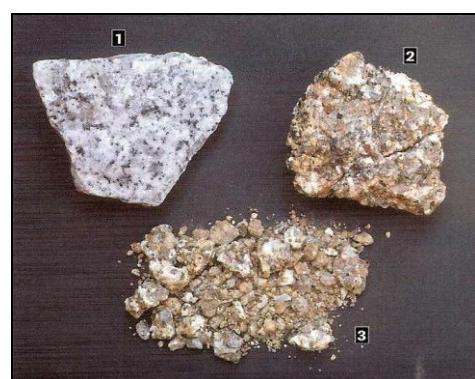
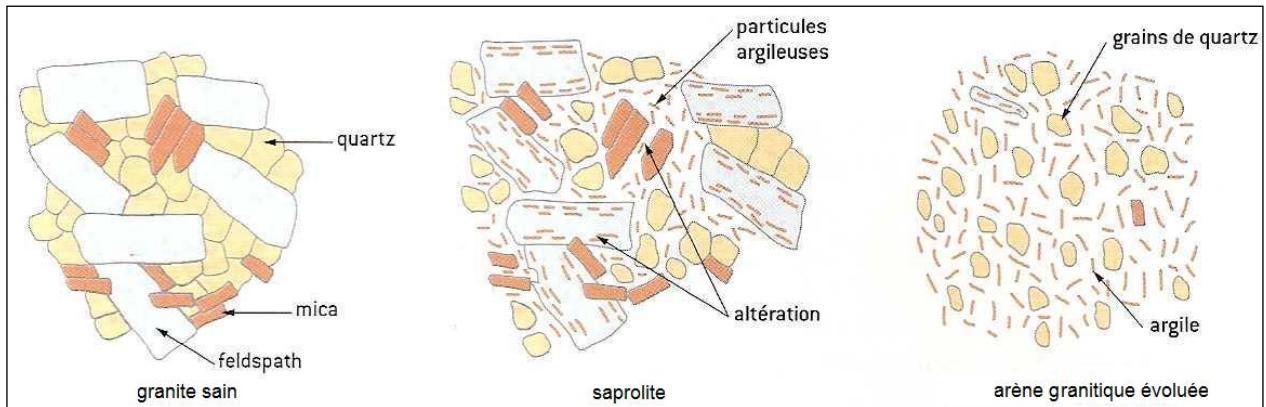


Photo 6: Altération d'un granite
(Roches et Paysages, F. Michel)

Petit à petit, la roche perd de sa cohérence et se transforme. L'altérite qui en résulte est appelée localement le "gore", mais on pourra lui préférer un terme moins morbide: le **saprolite**...qui se désagrège ensuite en arène granitique constituée de grains de quartz plus résistants (les sables) et d'un peu d'argile, rapidement lavée (voir aussi §4.1.1).



*Figure 7: Désagrégation d'un granite
(D'après 'Roches et Paysages', F. Michel)*

En pentes fortes, les arènes granitiques meubles épaisses ne sont jamais conservées, car l'érosion va les remanier avec les terres de loess, voire de terrasses alluviales. Les tablettes d'orthose et les cristaux de quartz viennent néanmoins épaisser les formations de versants, les cônes de déjection et surtout les fonds de vallons par des graviers et des sables grossiers.

Série métamorphique - Gneiss

De Gervans à Serves, un rapide regard sur les cailloux et rochers nous signale que l'on a changé de faciès. A la place du granite bien cristallisé à mégacristaux d'orthose, on voit apparaître des roches métamorphiques très changeantes. La carte géologique de la région peine à représenter et à expliquer la distribution de ces terrains, qui sont souvent masquées par les formations superficielles et/ou la végétation.



Photo 8: un exemple de Gneiss, hétérogène

Il s'agit principalement de gneiss. Ce terme général bien vague exprime la différence fondamentale qui existe avec les granites. Ces derniers proviennent de la lente cristallisation d'un magma en profondeur, tandis que les gneiss sont issus de la transformation de roches sous de fortes températures et/ou pressions. Ce métamorphisme (changement de forme) entraîne des recristallisations et crée de nouveaux minéraux. Au contraire des granites, les cristaux sont disposés en lits (foliation). Les lits sombres (micas, amphiboles) alternent avec les lits clairs (quartz, feldspaths).

La composition minéralogique peut donc être tout à fait semblable à celle d'un granite mais c'est le débit de la roche et ainsi son altération qui diffère.

Dans les coteaux de Serves et Erôme, on évolue au milieu de gneiss à grains fins ou grossiers, tantôt sombres et schisteux, tantôt clairs à la foliation peu marquée (appelés 'leptynites'). Les intercalations sont très irrégulières, peu épaisses en bancs alternants souvent plissés. Du fait de la plus grande proportion de biotites (micas noirs) et de silicates d'alumine de métamorphisme, ces roches sont généralement plus sombres que les granites de l'Hermitage.



Les datations dans ce grand ensemble cristallophylien du Vivarais, donnent des âges très lointains (-540Ma et autour de -340Ma). Il semble que les roches gneissiques qui nous intéressent ici se soient formées il y a plus de 500 millions d'années, ce qui est particulièrement ancien.

Le kaolin (Eocène)

Voici un site tout à fait remarquable sur la commune de Larnage. C'est une particularité géologique qui prend place sur la bordure orientale des granites. Riches en kaolin, le gisement de "terre blanche" est exploité dans une grande carrière, juste au Nord du vignoble.

Comme nous l'avons évoqué rapidement dans le paragraphe sur le granite de Tournon, les mégacristaux pluricentimétriques de feldspaths alcalins s'y multiplient localement au point que la roche acquiert une texture pegmatitique. Situé sur le trajet de la grande faille bordière du Massif Central, on peut suggérer que des venues hydrothermales (remontées d'eaux chaudes) ont kaolinisé sur place le granite.



Photo 9: Carrière de kaolin de Larnage

L'importante proportion en feldspaths, en particulier les cristaux d'orthose, a donné par hydrolyse (décomposition par l'eau) des argiles blanchâtres (kaolinite). Ces kaolins sont des argiles néoformées en milieu acide et drainant (fort lessivage). De surcroît, le climat devait à l'époque être sans doute plus chaud et humide qu'aujourd'hui.

D'autres sables blancs kaoliniques (mais d'origine bien différente, pas de granite là-bas !) affleurent et sont exploités dans le Royans, en bordure du Vercors. Ils sont accompagnés de sables réfractaires rouges.



Marnes, grès (ère tertiaire)

Les dépôts tertiaires correspondent à des alternances de formations tantôt marines, tantôt continentales.

Le soubassement des collines entre Larnage et Pont de l'Herbasse est attribué aux molasses sablo-gréseuses datées du Miocène mais elles sont souvent recouvertes des marnes du Pliocène, puis de formations superficielles. Outre qu'elles sont soit marines, soit continentales, ces molasses ont des origines variées: tantôt alpines, tantôt plus locales (massif centraliennes). Nous ne les détaillerons pas plus, compte tenu de leur très faible contribution aux terroirs de l'appellation. On notera juste que la colline de Chateauneuf-sur-Isère qui surgit au milieu de la plaine de Valence, est un témoin particulièrement pédagogique de cette molasse miocène (faciès gréseux), avec ses belles coupes naturelles, et que l'œuvre du Facteur Cheval à Hauterive lui doit beaucoup.

En discordance sur les sédiments miocènes, le Pliocène occupe un réseau de vallées, creusées dans le Miocène au cours des épisodes de retrait puis retour marin. (figure 4) Il interviendra beaucoup plus dans les sols il y a 5 millions d'années. Comme nous l'avons déjà précisé, les marnes pliocènes sont des dépôts marins déposés alors qu'une ria occupait le couloir rhodanien. L'accumulation de boues argileuses, accompagnées de particules calcaires, a donné ces marnes tendres beige-jaune.

Le plus bel affleurement des marnes Pliocène est sans conteste l'impressionnant talus en bordure du ruisseau de Torras, en face des Brouas (Larnage).



Photo 10: Affleurement de marnes du Pliocène (Larnage)

Les marnes s'accompagnent d'amas calcaires très blancs au sein de la marne limoneuse grise-beige. Disposés en lentilles horizontales, ces amas calcaires ne ressemblent pas aux 'poupées' de loess durci (voir ce chapitre), ils sont plus blancs et plus crayeux.



Photo 11: Amas calcaires au sein des marnes



Les glaciations dans le Dauphiné

Côté Ouest, les glaciers (ou neiges éternelles) se sont cantonnés de tout temps, très loin, aux plus hauts sommets du Massif Central. Par contre, plusieurs langues de glaces sont descendues des Alpes au cours des différentes glaciations. Sur la carte ci-dessous, les langues principales qui ont pénétré le Bas-Dauphiné. L'extrémité du puissant glacier du Rhône n'est pas visible car plus au Nord.

Le glacier de l'Isère se séparait après la cluse de Voreppe, en deux langues distinctes: celle se rapportant au Nord-Grésivaudan rejoignait la Bièvre, tandis que celle qui provenait de la Romanche et du Drac se dirigeait dans l'actuelle vallée de l'Isère.

Lors de la dernière grande glaciation (Würm), le premier front de glace cité, n'est pas allée plus loin que le site de l'aéroport de Grenoble St Geoirs. Plus au Sud, le second bras glaciaire n'a pas atteint St Marcellin, en s'arrêtant entre Vinay et Cognin-les-Gorges.

On peut également rappeler que le glacier rhodanien s'est lui arrêté très au Nord de Crozes-Hermitage, sur les contreforts lyonnais.

Quoiqu'il en soit, l'extension maximale des glaciers, même lors des plus anciennes ères glaciaires n'a pas dépassé Romans-sur-Isère. La région qui nous intéresse ne présente donc aucune trace de matériel morainique. En revanche, les formations périglaciaires, alluvions et löess, y sont prédominantes.

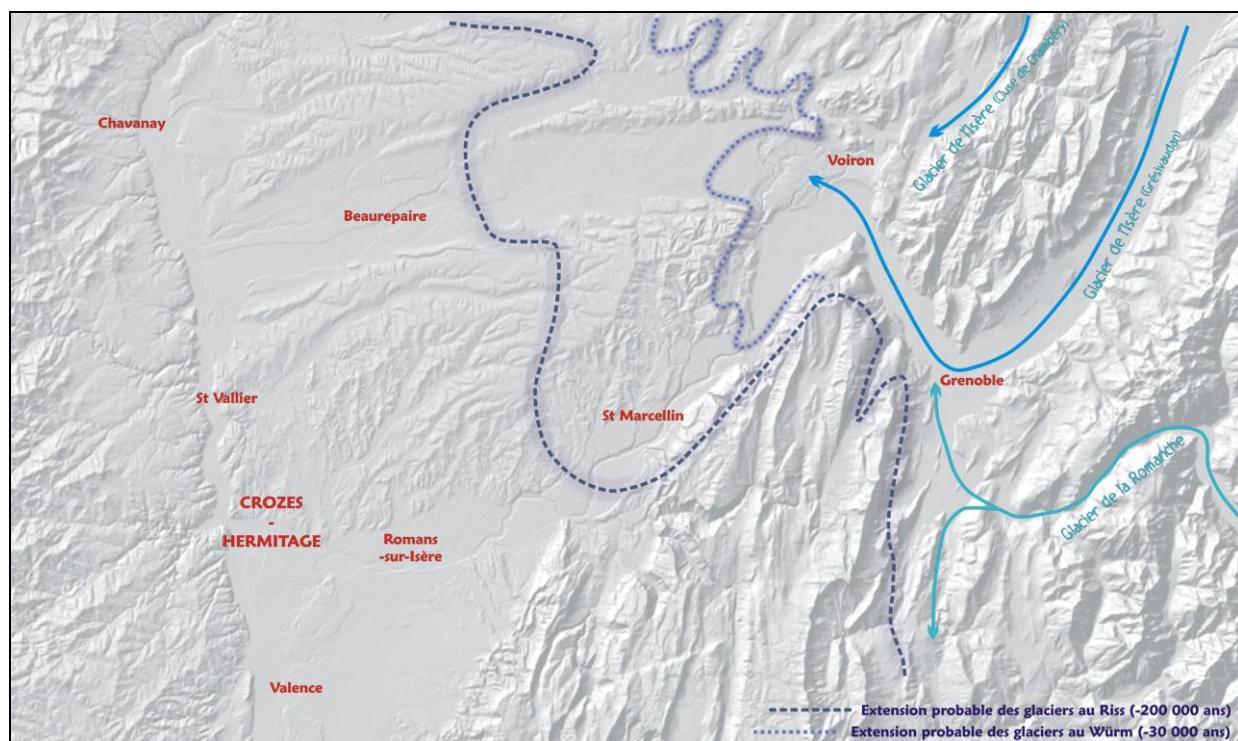


Figure 12: L'extension probable des glaciers Riss et Würm



Terrasses (ère quaternaire):

Mise en place

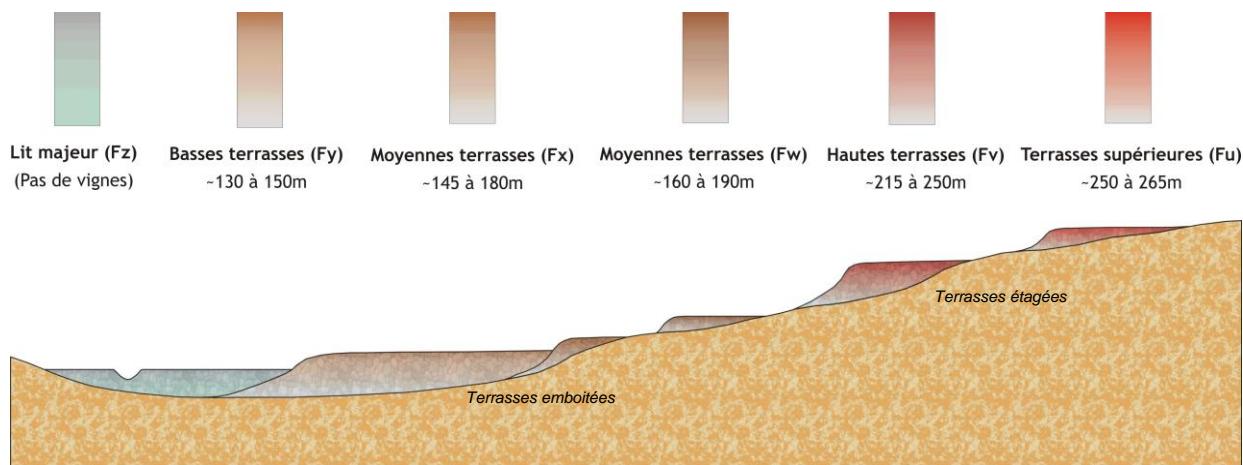
Les nombreuses études réalisées dans les Alpes et dans le bassin rhodanien ont montré que les accumulations d'alluvions fluvio-glaciaires se sont édifiées au cours des phases de progression puis de stabilisation des glaciers.

Le creusement des terrasses débute dès la régression des glaciers lors de stade interglaciaire ou même durant de courts épisodes de réchauffement interstade (au sein d'un cycle glaciaire).

Ainsi, les phases de creusement et de remblaiement alluviaux ont été guidées par les cycles climatiques qui rythmaient les avancées ou reculs glaciaires. Les terrasses correspondent à d'anciennes surfaces terminales d'alluvionnement.

On remarque par ailleurs que les plus hautes terrasses (celles des plateaux et collines) sont plus étagées tandis que les plus basses (plaine des Chassis) sont emboîtées. Autrement dit, le substrat (par exemple des marnes) peut réapparaître entre deux terrasses étagées, en revanche il y a pas ou peu de chances de l'observer au raccord de deux niveaux alluviaux.

La disposition des terrasses en paliers successifs de plus en plus bas a permis de préserver de l'érosion les altérations et évolutions pédogénétiques des alluvions. Cette chronoséquence de la vallée du Rhône, bien connue des pédologues, sera largement développée dans la suite du rapport.



Description, composition

Les terrasses caillouteuses du Rhône et de l'Isère sont de véritables mosaïques qui racontent l'histoire des Alpes. Le cailloutis brut, non évolué, rassemble des galets siliceux (ex: quartzite), des galets cristallins (ex: gneiss, granite, gabbro, ...) et des galets calcaires, le tout mêlé de sables.

Malgré leur caractère très caillouteux, les différentes terrasses alluviales peuvent présenter des lits purement sableux sans galets, d'une épaisseur variable, allant de 10 à 50 centimètres. Faute de pouvoir descendre à la tarière à main, ces lits sableux lenticulaires et chaotiques sont incartographiables ou presque (cela nécessiterait un travail de précision parcellaire avec des méthodes très coûteuses de géophysique).



Origine

Paradoxalement, les nombreux galets granitiques, ou plus généralement cristallins que renferment les terrasses, ne proviennent pas des Monts du Lyonnais ou du Vivarais voisin. Leur origine est beaucoup plus lointaine, très à l'amont dans le bassin versant du Rhône et de ses affluents. C'est le démantèlement des massifs granitiques tels que l'Aar, le Mont Blanc, Belledonne ou les Ecrins, mis à l'affleurement lors de la surrection des Alpes qui en sont la source. On retrouve aussi de beaux échantillons roulés de gabbros, amphibolites (très sombres), quartzites (très clairs), etc... qui peuvent provenir tant des massifs externes cités que des socles penniques.

De la même façon, les galets calcaires ont une origine alpine. Les chaînes subalpines entièrement sédimentaires ont également subit l'érosion des glaciers et de leurs torrents. Ainsi, les Bornes, les Bauges, la Chartreuse, le Vercors, par exemple, ont alimenté en éléments calcaires les futures alluvions du Rhône ou de l'Isère. Seuls les calcaires les plus durs, comme ceux des puissantes barres tithoniques ou urgoniennes, ont pu résister à ces transports torrentiels.



Photo 14: Les quartzites et cristallins des niveaux moyens

Certaines terrasses supérieures ne sont que des reprises de cailloutis encore plus anciens (formations déjà lessivées et acidifiées). Ceci explique pourquoi les seuls galets représentés sont des quartzites patinés alors que d'autres terrasses aussi élevées ont conservé un cailloutis de composition variée.



Photo 15: Les quartzites des très anciens niveaux

Les Chassis (sens large)

La plaine des Chassis correspond aux ‘basses’ terrasses de la confluence Rhône/Isère, si l'on considère que les moyennes sont déjà au-dessus des coteaux comme à Larnage ou Crozes. Cependant, ces alluvions ne sont ni les plus récentes, ni les plus basses !

Plusieurs niveaux d'alluvions étagés dominent les cours d'eau (Isère et Rhône) de 30 mètres pour le plus élevé. Cette terrasse supérieure des Chassis s'est mise en place il y a quelques 25 000 ans lors du maximum de la dernière grande glaciation (Würm).

Les replats inférieurs, en particulier sur la commune de Beaumont-Monteux, semblent être encore plus hétérogènes avec de nombreux méandres qui les parcourent. Ces nombreux chenaux peu profonds attesteraient d'une période de retrait glaciaire avec fonte importante et érosion plus



intense. Sur le terrain, ce qui peut ressembler de loin à une plaine monotone est en fait un vaste plan étagé, traversé de multiples bourrelets légèrement convexes et de dépressions larges et peu creusées. Un gros travail de cartographie sur le terrain et sur des séries de photos aériennes anciennes et récentes (photo-interprétation), a donc été nécessaire pour retranscrire toutes les subtilités du relief qui se traduisent de facto par une modification du sol.

On verra dans le paragraphe 4.3.1. dans quelle gamme et pourquoi le réservoir hydrique dans ces sols varie très sensiblement, bien que l'on reste (presque) exactement sur le même matériau parental, la même topographie et dans la même famille de sol.

Talus et pieds de talus

Comme nous l'avons déjà précisé auparavant, les niveaux de terrasses alluviales des Chassis ne sont plus étages mais véritablement emboîtés. Dans le talus de raccordement entre deux sous-niveaux de terrasses (par exemple entre le würm ancien et le würm récent), il n'y aucune chance de voir affleurer des marnes pliocènes ou grès miocènes. On passe d'un étage à l'autre par un court et raide talus érodé. Les sols ont plus de peine à s'épaissir dans ces configurations (moins d'évolution) et l'érosion les décape au fur et à mesure. Lors du travail de cartographie, nous nous sommes appliqués à faire ressortir ces zones particulièrement sensibles à la sécheresse car dépourvues de tout niveau argillifié (voir paragraphe 4.3.1).

Les pourtours de terrasses alluviales marquent des décrochements topographiques plus ou moins conséquents ; les plus significatifs sont par exemple ceux de la « Mule Blanche » au pont de la Roche de Glun en passant par « Les Blaches », ou encore de « Maufruit » à la « Ferme Rocher » via « Chasselière ». (Seules des lanières étroites de ces lieux-dits sont concernées, et pas leur totalité).



Photo 16: Talus et pied de talus dans le Würm

Ils sont parfois incisés par d'étroits vallons, perpendiculaires au talus, par lesquelles se drainent les eaux de pluie. Ex: « Les Fouris », « Ferme Chosson », « Les Roussettes ».

A l'arrivée sur le plat de la terrasse inférieure, on passe souvent brutalement des sols squelettiques, 'séchards' (clairs et caillouteux en surface) à des sols épais (pierrosité plus faible et texture plus fine). On observe presque systématiquement cet effet de 'gouttière' en pied de talus. Ces légers creux sont toutefois très étroits et l'on retrouve vite le niveau 'homogène' (plus plat) de la terrasse. ex: Combe Close, Combe-Tourte.

Les derniers cours d'eau qui ont érodé ces formations alluvionnaires s'étaient sans doute stabilisés le long de ces contreforts sinuieux: moins rapides, plus chargés de limons, ils ont créé des chenaux un peu plus 'fertiles'.

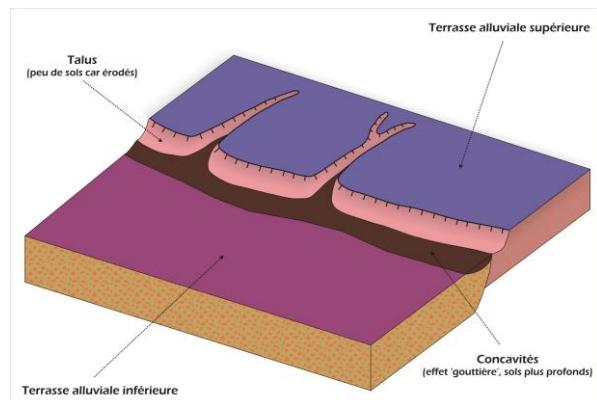


Figure 17: Talus et pied de talus

Indurations calcaires



Photo 18: Talus d'alluvions anciennes (plateau des Balayers à Mercurol)

Des niveaux complètement indurés apparaissent dans la plupart des talus qui affectent les moyennes terrasses. Ces véritables poudingues d'une épaisseur généralement modeste (environ 1 mètre pris en masse de façon très hétérogène) ont tout de même eu un rôle de chapeau protecteur vis à vis de l'érosion. Ces conglomérats, appelés 'griffe' par les viticulteurs, occupent notamment les rebords des coteaux de l'Hermitage, à l'amont des pentes et avant les lœss des plateaux. C'est aussi le cas à la charnière du plateau des Balayers à Mercurol.



Photo 19: Abri sous roche dans la griffe.



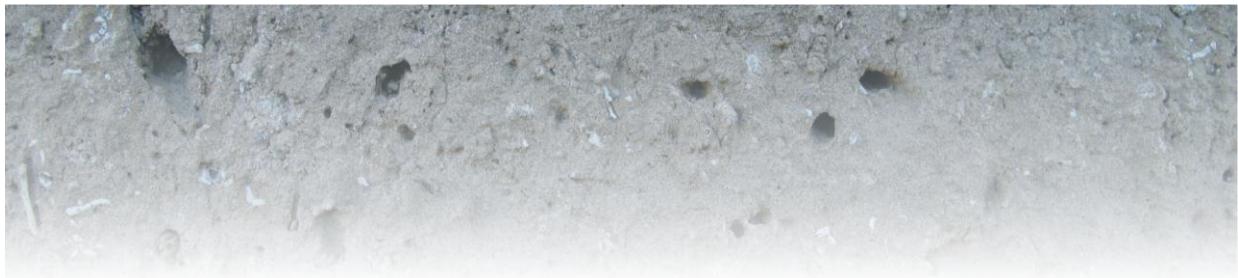
Photo 20: Calcifications sous les galets

A l'origine de ces encroûtements calcaires, la circulation régulière d'eaux vadozes, c'est à dire des eaux superficielles infiltrées dans la frange non saturée du sol, qui redéposent des carbonates de calcium dissous.

Les eaux en provenance de la surface se chargent en calcaire puis circulent dans ces formations très perméables. Les calcifications colonisent la face inférieure des galets sous forme de croûtes blanchâtres ou de microstalagmites. Lorsque le phénomène est important (et c'est le cas bien souvent ici, surtout dans les moyennes terrasses) tous les espaces vides entre les grains, graviers et galets sont occupés par de la calcite, qui forme d'abord des ménisques, qui s'agglomèrent jusqu'à donner une sorte de 'béton' ou conglomérat.

La couleur des redistributions calcaires peut varier en fonction des oxydes ou hydroxydes de fer et manganèse (blanc, jaune, légèrement roux).

NB: Les calcifications sont déjà importantes dans le niveau des Chassis, avec quelques cimentations ponctuelles possible.



Lœss (ère quaternaire)

Bien connu dans la région, les lœss forment une couverture de limons sans éléments grossiers car d'origine éolienne. Lors de périodes inter-glaciaires, la végétation n'avait pas encore tout à fait repris ses droits et le vent a pu soulever des poussières. Celles-ci ont ensuite été redéposées par la pluie et fixées sur des terrains herbus. Ce n'est pas tant la puissance de ces vents mais leur constance qui a édifié ces accumulations.

Ces dépôts renferment par ailleurs, beaucoup de coquilles d'escargots et autres gastéropodes parfaitement conservés. C'est également un milieu favorable pour les vers de terres, les insectes ou les rongeurs, dont on retrouve partout terriers et galeries. Outre la bioturbation, dont les multiples turricules sont les témoignages, la fine porosité remarquable provient de la disparition naturelle des radicelles au sein des limons, qui y laissent leur empreinte.

Formation et localisation

Les lœss peuvent atteindre de forte épaisseur, jusqu'à 15 ou 20 mètres entre Crozes-Hermitage et Tain l'Hermitage. De telles épaisseurs hors du commun ne s'expliquent que par des remaniements et colluvionnements de lœss dans les pentes. Malgré tout, plusieurs épisodes limoneux successifs peuvent se superposer. Pour preuve, on retrouve des paléosols de lœss (des "lehms"), plus rouges, plus argileux et décalcifiés, intercalés, enfouis sous un dépôt limoneux beige plus récent. Les lœss les plus anciens de la région ont plus de 2 millions d'années, alors que les plus récents n'ont que quelques milliers d'années. Les premiers se situent forcément sur les hauts-plateaux, tandis que les suivants ont pu recouvrir tant les plateaux, que les versants de la vallée du Rhône, ainsi que les moyennes terrasses alluviales. Aucun lœss n'a été observé sur le palier 'Würm' des Chassis.

Les couvertures de limons sont à la fois plus fréquentes et plus épaisses le long de l'axe du Rhône: lorsque l'on s'éloigne de ce couloir venté, les lœss se font plus discrets. C'est le cas en rive droite mais aussi en rive gauche sur Mercurol, et Chanos-Curson par exemple. La seule érosion n'explique pas ces différences, sans doute ont-ils été moins répandus dès leur mis en place. On parle bien des "lœss de la vallée du Rhône" et non des lœss du Dauphiné ou de la Drôme.

Ces formations éoliennes ont par exemple, été observées et étudiées plus au Sud vers Crussol et plus au Nord sur le versant Ouest du Mont d'Or lyonnais, où des lœss durcis existent.



Photo 21: Talus de lœss en partie décalcifié à Erôme



Calcifications des lœss



Photo 22: Talus de lœss à bancs durcis (Erôme)

Le lessivage des carbonates par les pluies, de la partie supérieure des lœss (qui deviennent alors des lehms), s'accompagne de reprécipitations calcaires en profondeur. Ces concrétions prennent différentes formes, des plus discrètes aux plus visibles: Ce sont tout d'abord des concentrations diffuses avec de très nombreux petits filaments blancs de calcaires, que l'on appelle pseudomycéliums. Lorsque les calcifications sont plus regroupées et plus intenses, ce sont des 'poupées' de lœss qui s'édifient, c'est à dire de véritables cailloux de lœss durcis, de formes assez verticales et rognoneuses mais encore poreuses, de teinte jaune ou olive clair. Enfin, le stade ultime des reprécipitations calcaires est la prise en masse des limons et l'agglomération des poupées, en bancs ou couches durcies.

Ces phénomènes existent quel que soit le substrat présent sous le loess, aussi bien des marnes, que des granites ou des terrasses alluviales. Seules conditions indispensables au durcissement: des contributions calcaires régulières voire continues sur un substrat plus ou moins imperméable avec un drainage ralenti des eaux.

Les premiers dépôts de carbonates de calcium sont souvent localisés autour des racines et radicelles, d'où la formation des pseudomycéliums puis des poupées verticales.



Photo 23: Collection de poupées et concrétions de lœss

Saint Vallier : un témoignage extraordinaire de la faune parcourant tous ces anciens paysages, conservé grâce aux lœss.

Des fouilles ont été entreprises dans des lœss à bancs durcis, sur le plateau de Montrebut, juste à l'Est de Saint Vallier. Ce fameux gisement paléontologique, découvert au milieu du 19^{ème} siècle, a mis en lumière une riche faune de mammifères, mollusques et oiseaux, dans deux horizons fossilifères distincts. On y a retrouvé de nombreuses espèces et en particulier de grands mammifères, allant du mammouth à l'ours en passant par le rhinocéros ou la panthère par exemple.

L'accumulation d'ossements s'est constituée naturellement sur la rive du paléo-Rhône, il y a environ 2 millions d'années (Villafranchien moyen). A cette époque, la vallée actuelle n'était pas encore creusée et un cône peu incliné raccordait plaine du Rhône et Chambaran. Les ravins et vallons des ruisseaux d'aujourd'hui n'étaient qu'à l'état embryonnaire.

Remaniements de lœss

Dans certaines pentes et surtout au pied des versants, on retrouve couramment des lœss remobilisés. Lorsque la matrice limoneuse calcaire, clairement lœssique, est très dominante, comparée aux apports sableux, graveleux et même caillouteux des granites ou alluvions, nous avons choisi de leurs donner un code particulier: [72], [74] ou [75]. Par contre, si le mélange est plus homogène, et que l'influence des lœss se fait moins sentir, nous classons ses dépôts dans les codes [84] à [87] (voir le chapitre suivant).



Formations de pente - Remaniements

Nous parlerons de remaniements pour tout ce qui concerne les formations de pentes remobilisées naturellement. Ceux-ci ne prennent pas en compte les terrassements et autres gros travaux humains. Ces formations superficielles sont d'une grande variété puisqu'elles reprennent dans des proportions diverses tous les types de terrains précédemment cités. Nous pourrons donc observer tantôt des épandages de galets au pied des talus d'alluvions anciennes (c'est le cas, en contrebas de la 'griffe'), tantôt des éboulis granitiques sous les affleurements rocheux. Mais en général, les zones d'apports de ces remaniements sont moins locales et plus variées. Les éboulis caillouteux, issus de granites ou d'alluvions vont se mélanger à des matrices limoneuses, issues de lœss, ou sableuses, issues de roches cristallines.

Comme nous le verrons plus loin, des dépôts de pente existent aussi dans les coteaux à substrat marneux, malgré une déclivité moins marquée que dans les versants granitiques. En effet, de petits glissements y remanient des limons d'origine marneuse avec des galets et même parfois des lœss.

En rive gauche du Rhône, la jonction entre les coteaux granitiques escarpés et la plaine alluviale ne se fait pas de façon si abrupte que l'on pourrait le croire. Des cônes de déjections et des éboulis rejoignent, se superposent, voire se mélangent aux alluvions et colluvions.

Alluvions / Colluvions

Les vastes étendues relativement planes au Sud de Gervans par exemple, ne présentent en surface que peu de galets. Au pied des coteaux, la fraction caillouteuse est majoritairement constituée de débris clairs des granites (surtout les gros feldspaths blancs accompagnés de quartz). Les sols sont limono-sableux à sablo-limoneux. Malgré la grande proportion de sables et graviers granitiques, ces sols font souvent effervescence à l'acide. Le carbonate de calcium est sans doute issu des lœss de coteaux, repris dans des formations de pente.

Lorsque les remaniements des pentes et autres épandages atteignent les bas de pentes, ils s'épaissent et sont soumis aux éventuels débordements des cours d'eau.



Précisions sur la crise messinienne

Certaines anomalies, qui s'avèreront des manifestations de cette crise de salinité avaient été repérées depuis fort longtemps sur le terrain par les géologues. Au cours du siècle dernier, de nombreux travaux comme ceux de Clauzon, Mandier (originaire de la région), Denizot ou Baulig, pour ne citer qu'eux, ont fait progresser les raisonnements et enrichi les connaissances. La découverte des roches évaporitiques (sel, gypse) au fond de la Méditerranée en 1973 (Ryan et al.) reste un maillon décisif dans l'évolution des hypothèses. Encore aujourd'hui de nombreux géologues mènent des études en lien avec cet épisode extraordinaire qui toucha tout le bassin Méditerranéen.

Avant le déclenchement de la crise, la Méditerranée occidentale est profonde (2500m), mais elle apparaît relativement fermée. On peut la diviser en deux bassins (liguro-provençal au Nord et algérien-sud-baléare au Sud) qui sont limités au Sud-Ouest par les chaînes bétique (Espagne) et rifaine (Maroc) et à l'Est par l'axe Corse-Sardaigne ou plus loin Calabre-Sicile. Le rapprochement de l'Afrique et de l'Europe va entraîner un coulissolement puis la fermeture de Gibraltar, ayant pour conséquence l'interruption des communications avec l'Atlantique. Le niveau de base de la mer chute de plus de 1500 mètres. Néanmoins, il devait y avoir par moment, des apports d'eau salée de l'Atlantique pour précipiter de telles épaisseurs de sels puis d'évaporites (les forages ont décelé plus de 2000 mètres d'épaisseur).

L'assèchement de la Méditerranée induit donc une érosion régressive et le creusement de canyons, comme on peut le voir sur la figure ci dessous. L'incision se développe sur de longues distances à l'intérieur des masses continentales européennes ou africaines (à plus de 1000km du rivage pour le Nil, par exemple). Le paléo-Rhône était d'autant plus puissant, qu'il recueillait à l'époque le paléo-Aar (via la Bresse). Une grande partie des Alpes occidentales étaient alors drainées par ce vieux Rhône.

Clauzon parle de vitesses fulgurantes à l'échelle géologique tant pour le déclenchement de la crise que pour la remise en eau de la méditerranée. D'après les études les plus récentes, le remplissage n'aurait pas pris plus de deux ans.



Figure 24: Simulation de l'érosion - Canyon du Rhône et Golfe du Lion (N. Loget, 2005)



Petite parenthèse sur Crussol et la Roche de Glun

Depuis les vignes du pays de l'Hermitage, on aperçoit au loin vers le Sud, une silhouette particulière: la montagne de Crussol. Voici quelques rapides explications sur ce secteur proche de l'appellation mais néanmoins marginal, qui aiguise la curiosité de certains.



Photos 25: Crussol, une curiosité géologique

Cette échine emblématique s'étend entre Saint Péray et Charmes sur Rhône. Face à la ville de Valence, la colline s'individualise de part et d'autre de deux dépressions, avec d'un côté le Rhône et de l'autre, les vallons de l'Embroye et du Mialan. Détachée des contreforts granitiques du Vivarais, la montagne de Crussol fait réapparaître des roches calcaires stratifiées. La couverture sédimentaire avait disparu de la bordure du Massif Central depuis les environs de Villefranche-sur-Saône au Nord de Lyon. Plus au Sud, à partir de La Voulte-sur-Rhône, le domaine sédimentaire mésozoïque s'élargit, c'est le début de l'Ardèche méridionale calcaire qui 'repousse' les granites à l'Ouest de Privas et Aubenas.

A Crussol, on peut observer toute la série des roches datées du Trias au Jurassique supérieur, avec une dominante de marnes à la base et des calcaires massifs bien clairs au sommet.

En se rapprochant de l'appellation, entre Cornas et Châteaubourg, les mêmes terrains calcaires réapparaissent sur deux kilomètres et dominent la confluence de l'Isère et du Rhône.

Encore plus au nord (et du côté drômois !), les derniers affleurements de la couverture sédimentaire d'âge secondaire, se situent dans le vieux bourg de la Roche de Glun. Il s'agit de bancs rocheux calcaires du Jurassique supérieur qui ont réussi à résister à l'érosion à quelques encablures du lit du Rhône, juste en aval de la dérivation du canal d'aménée.



Photo 26: La roche de la Roche de Glun

3. PRINCIPES DE CODIFICATION DES UNITES DE SOLS

Avant d'accéder à la légende, qui est très lourde comme souvent dans les cartes de sols, il est préférable de lire les deux pages qui suivent.

Une des caractéristiques de la vitipédologie et des terroirs viticole est le lien fort au matériau parental (origine des sols). Il est privilégié dans notre représentation et les couleurs dominantes des deux cartes sont choisies par matériaux parentaux et non par grandes classes de sols.

NB: Les couleurs de nos cartes n'ont aucun rapport avec celles des cartes géologiques, ni celles des cartes pédogénétiques qui privilégient l'évolution des sols alors que nous voulons privilégier l'origine des sols.

La gamme de bleu sont réservées aux sols plutôt colluviaux et profonds, qui possèdent en général une bonne réserve hydrique.

La gamme orangée aux formations superficielles des coteaux (löess, formations complexes des pentes)

La gamme des roses/violets aux séries des alluvions anciennes à galets

La gamme des jaunes aux séries marneuses (argileuses et carbonatées calcaires)

La gamme des rouges aux séries rocheuses calcaires dures

La gamme des verts aux séries cristallines granites et gneiss

La carte se présente sous deux formes: une carte complète et une carte simplifiée en 18 classes.

- Chaque unité de la carte est définie par une couleur dominante, une intensité de cette couleur, une ou des trames transparentes, qui permettent de s'aiguiller rapidement et contient une étiquette qui permet de se référer sans ambiguïté à la légende
- La couleur dominante réfère au matériau parental
- Son intensité différencie des degrés d'évolutions et de profondeurs (qui seront reprécisées dans le code)
- Les trames (hachures, surcharges, pointillés...) visualisent les variantes, l'hydromorphie ou les nuances importantes
- Le code se décompose de gauche à droite, en trois parties:
MATERIAU PARENTAL - EVOLUTION - PROFONDEUR

PRINCIPES DE LECTURE DES CODES DES UNITES DE SOL

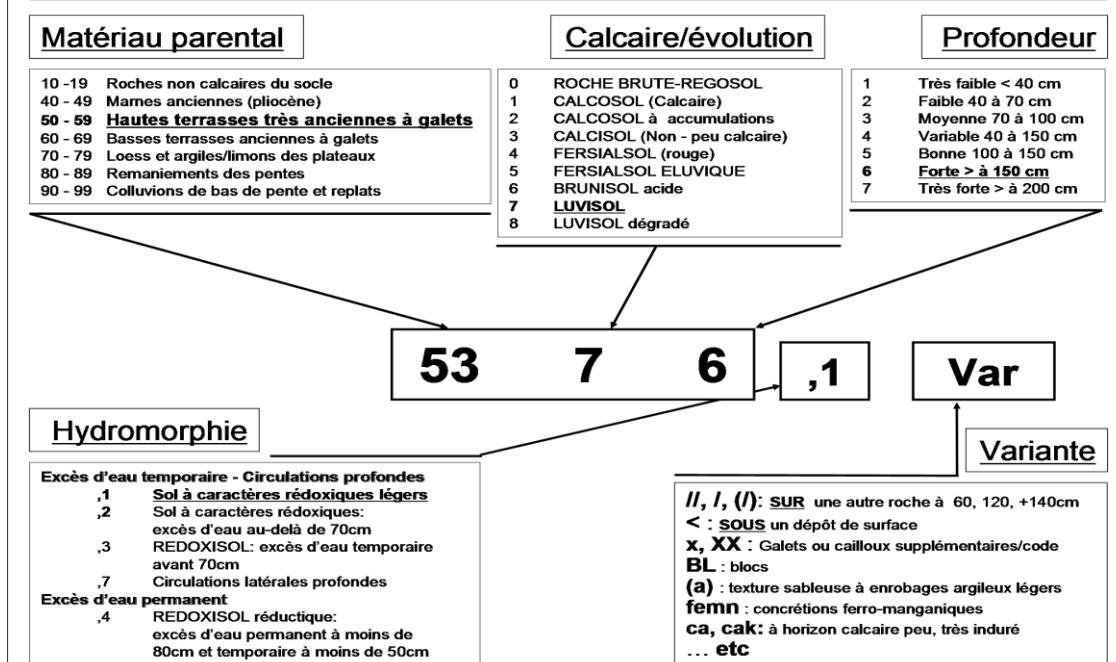


Figure 27: Principes de codification des unités de sol

Le tableau ci-dessus est un aide-mémoire pour la carte. Voyons un peu plus en détail la construction du code.



3.1. LIRE LE CODE D'UNITE SIMPLE (4CHIFFRES - 1234)

12 3 4

12- Le groupe formé des deux premiers chiffres renvoie au **MATERIAU PARENTAL**. (= roche ancienne, formation superficielle ou combinaison de plusieurs d'entre elles) qui est à l'origine du sol. Dans tout le rapport, lorsque nous parlerons d'un code de matériau parental, nous le rappellerons entre deux crochets ex: [62]. La liste complète figure en p36, chaque ligne a été expliquée et illustrée au paragraphe précédent 'géologie'.

NB: *Les regroupements pour les cartes simplifiées sont articulés autour de ces familles géologiques, éclatées ou rassemblées de façon pertinente.*

3- Le troisième chiffre traduit le degré d'évolution du sol. Plus un sol est évolué, plus, en général, il s'approfondit, devient complexe et différent de son matériau parental (on gradue de 0 à 8, le 9 reste réservé aux situations non définies). Selon que le matériau est calcaire ou non les chaînes d'évolutions seront différentes:

- Milieu initialement calcaire: 0→1→2 qui devient non calcaire →3 ou 4
Et même 0→1(→2)→3→4→5→6→7 dans le cas particulier des terrasses à galets très anciennes: même à partir d'un matériau calcaire on peut aboutir à un sol très acide... !
- Milieu initialement non calcaire 0→4→5→6→7 ou 0→6→7

NB: Pour les matériaux complexes issus de superpositions toutes les combinaisons sont possibles, mais en général les sols ne sont pas très évolués ni très acides: on choisit le 1 pour les sols calcaires, le 3 pour les sols neutres et le 5 pour les sols un peu acides

4- Le quatrième chiffre reflète la profondeur d'enracinement possible et probable, qui n'a rien à voir avec l'évolution du sol puisque la pénétrabilité du matériau parental non transformé peut être nulle ou très bonne.

Par convention le chiffre 4 est réservé aux situations à enracinement très variable en profondeur.

Ces 4 chiffres constituent la base de description de l'unité de sol, l'étiquette étant si nécessaire complétée par l'hydromorphie et les variantes.

3.2. LIRE L'ETIQUETTE COMPLETE (1234, 1 + VAR)

,1. L'HYDROLOGIE ET L'HYDROMORPHIE

Le chiffre après la virgule traduit, le cas échéant, le degré des signes d'excès d'eau -temporaires ou permanents- observables (ex: 9136,2). Certaines unités ont conservé des signes qui sont en partie fossiles (qui ne traduisent pas leur fonctionnement actuel). Voir aussi Cahier 2. Pour ne pas surcharger inutilement les cartes, seules les unités qui ne sont pas obligatoirement réodoxiques voient leurs étiquettes complétées. Un certain nombre d'unités de sol ont intrinsèquement un drainage ralenti et des signes visibles d'hydromorphie dès 40 - 80 ou 120 cm (c'est signalé dans la légende), la notion est donc incluse dans leur étiquette.

Sol à caractère réodoxique léger, ou au-delà de 100-120 cm

Par défaut pour les unités 4536, 4516, 5835, 8836, 6166 femn, 6067, ou ,1 dans l'étiquette

Signes d'excès d'eau temporaire nets en dessous de 70-80 cm

Par défaut pour les unités 5165-66, 5365, 5565, 5835...ou ,2 dans l'étiquette

Signes d'excès d'eau temporaire nets dès 30-40 cm

Par défaut pour les unités 5175-5176 5375-5376 5575-5576 ou ,3 dans l'étiquette

Les unités de ou sur marne, commençant par [45] et avec variantes /45 présentent intrinsèquement des possibilités de mouillères ponctuelles en situation de pente:

Les unités de terrasses anciennes évoluées au stade 6: 5165-5166-5365-5366-5565-5566 et surtout au stade 7 5175 -5176 -5375-5376- 5575 - 5576 présentent intrinsèquement des possibilités de nappe perchée temporaire sur l'horizon argileux de moyenne profondeur:

+VAR. LES VARIANTES

Les expressions qui suivent ce code d'unité de base permettent enfin de préciser certaines variantes ou originalités locales de l'unité, en particulier les superpositions de matériaux, les cailloutis résiduels, etc....

NB: Dans les sols à variantes, qui sont souvent complexes, les horizons de surface sont peu représentatifs du sol complet ou de ce qui est noté sur la carte géologique.

On gradue les variantes: masque de surface, recouvrements, superpositions

Phénomènes de surface

X: unité plus caillouteuse en surface que sa norme: 8416 x

✗: Le sol est tronqué par l'érosion: le ou les premiers horizons « normaux » manquent

+: recarbonatation (calcaire) très superficielle d'un sol non calcaire

Horizons de recouvrements

Calcaire, texture, couleur et/ou cailloux diffèrent sur les premiers 60 cm de surface. Ils n'ont aucun rapport avec le matériau parental principal.

< qui se lit « **sous** » (les hachures sur la carte seront en sens \\\!, et de la couleur du matériau recouvrant)

Ex: **6136 < 91+** L'unité 6136 de terrasse à galet non calcaire est enfouie **SOUS** 50 à 60 cm de la formation **91** (colluvions calcaires brunes non caillouteuses de bas de pente).

Cela traduit une influence plus importante que les notations simples x, (x) et peut changer le microclimat parcellaire.

Au fur et à mesure de l'épaisseissement de la couche supérieure [91], on passera son code [91] devant l'horizon recouvert [61] en utilisant les signes / (=sur)

9136//61 puis 9136/61 puis 9136/(61) (voir ci-dessous: superpositions)

Superpositions de matériaux parentaux:

/ (/) //: qui se lit « **sur** », au-dessus de - (les hachures sur la carte sont dans le même sens //, et de la couleur du matériau recouvert)

Ex: **7116 /53:** l'unité 7116 (= sol de **loess** calcaire) recouvre la formation [53] (= terrasse à galets)

/53: dès 60-80 cm

/53: Vers 80-120 cm

(/53): Au-delà de 120 cm

Ainsi un sol à galets sur marne beige pourra être étiqueté différemment selon la profondeur de la marne, le calcaire de la terre fine et la proportion de galets:
4513x, 4515<81 ...puis... 8135//45 , 8715/45, 8736/(45), 8136

Variantes texturales

S: lentille sableuse repérée dans un profil normalement très caillouteux 6346 S
sableux: niveau de terrasse entièrement sableux et non caillouteux 5515 sableux



Gradiants d'évolution dans une même famille

Une gradation était nécessaire pour segmenter les sols de la vaste terrasse des Chassis, qui sont tous plus ou moins des PEYROSOLS fersiallitiques, mais avec des nuances sensibles qui font varier leur comportement du simple au double ou plus.

On a choisi d'accompagner le code principal **6346** des minuscules **a-b-b'-c-d.** (voir paragraphe 4.3.1).



Tableau 28: liste des matériaux parentaux = -2 premiers chiffres du code

CROZES HERMITAGE: LES MATERIAUX PARENTAUX A L'ORIGINE DES SOLS

| 1-ROCHES ET ALTERITES CRYSTALLINES DU SOCLE | |
|--|--|
| 12 | GRANITES CLAIRS a gros cristaux, altérés en saprolite sur 50 à 150cm au moins |
| 13 | GRANITES BLANCS KAOLINISES de Larnage, très altérés en saprolite sur 100 à 300cm |
| 15 | GNEISS SOMBRES à cristaux orientés, altérés en saprolite sur 50 à 150cm |
| 4- DEPOTS CALCAIRES TENDRES: MARNES, MARNES SABLEUSES, SABLES | |
| 45 | MARNES PLIOCENES: LITEES,LIMONEUSES ET CALCAIRES |
| 5-FORMATIONS SUPERFICIELLES: HAUTES TERRASSES TRES ANCIENNES A GALETS DU RHÔNE | |
| 6-BASSES TERRASSES ANCIENNES DU CONFLUENT RHÔNE-ISERE (Chassis et autres replats) | |
| 60 | DÉPOTS SABLEUX ET CAILLOUTEUX A GALETS SILICEUX ET GRESEUX-BORDS DE VEAUNES ALT. Sup à 160m |
| 61 | DÉPOTS TRES CAILLOUTEUX A GALETS MIXTES ALTITUDE SUPERIEURE A150-160m - RISS - Fx RHONE ISERE |
| 63 | DÉPOTS TRES CAILLOUTEUX A GALETS MIXTES ALTITUDE SUPERIEURE A 130m - Tous paliers dernière glaciation "Würm" |
| 7-FORMATIONS SUPERFICIELLES NON/PEU CAILLOUTEUSES: LOESS-LIMONS-ARGILE DES PLATEAUX-TERRASSES NON CAILL. | |
| 71 | PLUTOT LIMONEUX (Lsa-doux) LOESS calcaire récent - calcaire dès la surface, sur replat |
| 72 | LOESS de pente remanié, très peu caillouteux sur tte la profondeur |
| 74 | REMANIEMENT DE PENTES DE LOESS DOMINANT + SABLES ET CAILLOUX GRANITIQUES |
| 75 | REMANIEMENT DE PENTES DE LOESS DOMINANTS avec ou sur GALETS SILICEUX |
| 76 | REMANIEMENT DE PENTES DE LOESS DOMINANTS avec GALETS SILICEUX et SABLES ET GRAVES de granite = 74+75 |
| 8-FORMATIONS SUPERFICIELLES DES PENTES : REMANIEMENTS MULTI-MATERIAUX 'galets/arène/loess/marne' | |
| 81 | GALETS DE TERRASSES REMANIEES, issus du remaniement des escarpements de bordures des hautes terrasses |
| 82 | GALETS de terrasse + SABLES d'arène et cailloux de granite ou gneiss |
| 83 | EBOULIS SABLO-CAILLOUTEUX d'arène de granite ou gneiss |
| 84 | SABLES et graviers de granite ou gneiss et LOESS |
| 85 | GALETS de terrasse et LOESS |
| 86 | TRILOGIES sur granite: SABLES d'arène de granite ou gneiss et GALETS et LOESS (sur GRANITE ou gneiss) |
| 87 | TRILOGIES avec marne: LOESS et GALETS et MARNE |
| 88 | REMANIEMENTS EPAISSIS DE MARNES ET GALETS |
| 9-ALLUVIONS RECENTES ET COLLUVIONS DE BAS DE PENTES (bas de pentes et pente< 4%) | |
| 90 | ALLUVIONS SABLO-LIMONEUSES ET CAILLOUTEUSES DE LA BASSE TERRASSE fz - alt. à 130m |
| 91 | COLLUVIONS NON OU PEU CAILLOUTEUSES, textures moyennes ou lourdes , non sableuses |
| 92 | COLLUVIONS NON OU PEU CAILLOUTEUSES textures plutot légères |
| 93 | COLLUVIONS MODEREMENT CAILLOUTEUSES textures moyennes ou lourdes , non sableuses |
| 94 | COLLUVIONS moderement CAILLOUTEUSES textures plutot légères |
| 95 | REMPLISSAGES DES COMBES VARIABLES EN PIERROSITE textures plutot légères |
| 97 | COLLUVIONS DE REMPLISSAGES DES 'CHENAUX' DE LA TERRASSE WÜRM |



4. DESCRIPTION DES UNITES DE SOL

Pour ne pas alourdir encore ce rapport toutes les notions théoriques générales sont regroupées dans le cahier II d'annexes, consultable en parallèle ainsi que les fiches et les grandes illustrations. Nous y précisons le vocabulaire, la plupart des notions évoquées dans ce chapitre, les méthodes et les interprétations admises (à l'heure actuelle). Sa lecture permet de nuancer les interprétations trop abruptes ou trop partielles issues d'une description ponctuelle d'un profil ou d'une unité.

Les propriétés intrinsèques des grandes familles de matériaux parentaux « simples » sont bien détaillées dans le texte

§4-1 les roches cristallines dures

§4-2 les marnes

§4-3 les alluvions à galets (anciennes)

§4-4 les löss

Les propriétés des deux familles suivantes sont plus changeantes §4-5 ou s'effacent devant la profondeur §4-6

§4-5 les remaniements complexes de pentes (mélanges des 4 précédents)

§4-6 les alluvio-colluvions récentes

*Des tableaux reprenant les listes de profils concernés et les moyennes, mini et maxi des paramètres analytiques mesurés (matière organique, pH, calcaire, etc) sont insérés dans le texte. Il est important de regarder le **nombre** d'échantillons et les **écart** mini-maxi avant de juger de la signification de la **moyenne**. C'est un bon exercice pour s'habituer à travailler avec la diversité naturelle des sols, même quand ils sont regroupés en familles de sols déjà bien identifiées. Pour en rendre la lecture plus rapide, les rubriques sont regroupées par couleur (jaune= calcaire,*

Ceci visualise aussi un principe évident mais trop souvent oublié:

Un profil isolé peut rarement servir d'exemple ou de référence.

Des moyennes mélangeant tous les types de sols encore moins.

Mais une fois les sols regroupés par familles, les tendances statistiques deviennent significatives

D'où l'intérêt d'une cartographie des sols. Et de corrélérer des essais viticoles au sol réel de leur placette.

Les seuls résultats valables sont obtenus avec une démarche expérimentale répétable et contrôlée, publiable et critiquable 'par des pairs', ce qui nécessite de solides et pérennes réseaux de parcelles, au sol bien identifié.



4.1. LES TERROIRS DES ROCHES CRISTALLINES DURES [12, 13, 15]

Les roches cristallines et cristallophylliennes (cristallines et schisteuses) riches en cristaux de quartz donnent des sols acides généralement graveleux et sableux, d'autant moins profonds que la pente est forte et/ou convexe. On a distingué granites [12], « granites » très blancs [13] et gneiss [15]

Au-delà de cette évidence, on a pu, grâce aux profils, descendre un peu plus dans le détail, en examinant en place les horizons intermédiaires qui ne sont déjà plus le rocher dur, mais son dérivé allégé et déjà transformé (le saprolite), souvent peu pris en compte dans la description du sol car impénétrable à la tarière mais particulièrement intéressant.

4.1.1. ARENES, GORES ET ... SAPROLITES

Les granites: une réputation de force et de durabilité surfaite ?!

Malgré leur image, granite ou gneiss sont formés de minéraux dont une partie est très altérable. Et heureusement pour les sols et la végétation, nous allons le voir!

L'eau, source de vie, est fatale aux plus résistantes des roches cristallines, surtout quand elle agit en alternances imbibition/dessiccation, comme un cataplasme constamment humidifié, mais régulièrement oxygéné. Les actions chimiques (hydrolyse, dissolution, cristallisations) et mécaniques (gonflement/retrait) conjuguent leurs effets (bibliographie-23), et il n'est pas rare de trouver des saprolites, qui sont de la roche altérée, sur plusieurs mètres d'épaisseur, même en Europe tempérée. La formation du sol est donc bien préparée en profondeur par de nombreuses transformations physiques et chimique de la roche, essentiellement dues à l'action de l'eau et ce depuis des milliers, voire des millions d'années.

Rappelons quelques définitions: Roche, granite, gneiss, sable, arène, gore ...ou saprolite??

La roche, granite, ou gneiss doit être saine, dure, sonner clair au coup de marteau. C'est le cas des affleurements, qui arment solidement les coteaux. Cet horizon 'R' est en fait rarement rencontré dans les profils des zones cultivées. Les roches claires riches en quartz et à cristaux pas trop gros (granite ou Gneiss) sont en général plus résistantes que les sombres ou riches en grandes plaquettes. Ce critère de couleur ne s'applique pas à l'altérité de Larnage qui est très blanche et pauvre en quartz.

Entre roche et arène, nous introduisons le mot utile de « saprolite ». Une fois pour toute, et après réflexion, nous avons opté pour ce mot, pas très employé en France, (bien plus dans les pays anglo-saxons) mais qui ainsi n'est pas connoté par une autre profession ou région viticole. Il n'est pas dans le dictionnaire de géologie (1987) mais bien défini dans Wikipédia français. Le terme d'arène granitique employé par les géologues évoque beaucoup trop le sable meuble à notre avis.

On aurait pu utiliser le terme d'isaltérite, guère plus courant, ou garder celui de gore, très utilisé dans la région mais décidément difficile à utiliser en communication depuis les succès des films de ce genre.

Nous voulons ainsi désigner sans ambiguïté la masse rocheuse altérée mais non déplacée: elle est souvent plus sombre/roux que la roche (sauf à Larnage), friable, encore bien cohérente, nettement allégée, mais pas encore meuble. Les cristaux, visibles, sont encore bien ajustés, même s'ils sont déjà un peu transformés. Il n'y a pas de perte de volume; des blocs détachés au couteau se fragmentent facilement à la main. On peut y trouver des poches un peu argillifiées, avec une sensation plus 'grasse' que dans les horizons supérieurs du « sol » de surface.

On passe très progressivement à la roche saine vers le bas et en quelques centimètres au sable meuble, vers le haut, parfois juste sur l'épaisseur travaillée. Nous pouvons ainsi réserver le terme d'arène au sable souvent grossier, peu humifère, parfois un peu argileux, qui peut déjà s'être accumulé et un peu déplacé: les grains ou les cristaux ne sont plus dans leur position initiale et le matériau est franchement meuble et plus lavé.

Dans son emploi pour la réfection des chemins, le terme de gore correspond bien au saprolite. Un peu argileux, il se compacte bien et durci à l'air, contrairement à un sable 'ordinaire'.

La porosité particulière du saprolite est un facteur particulièrement important, non mesurable par les analyses de terre, qui influe directement sur les propriétés du réservoir hydrique, facteur lui-même au cœur des questions de qualités des vins.



FORMATION

Ce phénomène **d'altération ménagée profonde** étant probablement « la clef » de la typicité des Côtes du Rhône septentrionales, nous nous y attardons un peu, avec la chance de pouvoir nous référer à d'authentiques profils frais, seul moyen d'observer ce matériau fragile.

L'altération = formation du saprolite puis des arènes' ou 'gores'. Ce phénomène très lent (0.1 à 1 cm en 1000 ans !!!) remonte à plusieurs centaines de milliers d'années, voire des millions d'années dans les zones non touchées par les glaciers.

Ce n'est pas un phénomène purement physique de désagrégation: il y a transformation très intime de certains des minéraux. Ce n'est plus de la roche mais pas vraiment du sol. C'est un horizon Ccri (référentiel pédologique 2009): altération de roche cristalline.

En pratique, nous avons observé des altérations très nettes jusqu'à bien plus de 1.50m, là où le gel ni les lichens ne peuvent agir. En fait, dans les roches qui donnent des saprolites, il y a toujours des défauts de cristallisation. Les cristaux de feldspath, en particulier sont assez fragiles et souvent micro-fissurés et les micas noirs, riches en fer, sont très sensibles à l'hydratation.

Le temps fait ensuite son œuvre:



A l'intérieur de la roche, il semble que la progression des protons H+ agressifs de l'eau s'accompagne du remplacement de certains cristaux massifs par des cristallites fines et légères d'oxydes de fer, de kaolinite (argile), d'alumine, qui conservent une certaine solidité à l'assemblage. **Ce saprolite ne s'effondre pas sur lui-même bien qu'ayant déjà perdu une partie de sa substance.** De proche en proche, toute la masse s'altère, devient poreuse, sans se déplacer ni perdre de volume, et même en « gonflant » légèrement (com. directe). Les saprolites atteignent plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur dans les pays tropicaux humides, mais déjà souvent plusieurs mètres dans nos contrées. **L'important est qu'il n'y ait pas eu de décapage glaciaire: le glacier les aurait immanquablement raboté (ce qu'on observe dans les vignobles sur granite ou gneiss du Valais Suisse).**

On observe effectivement des saprolites de dizaines de mètres en France. Ils ont été formés quand nos continents subissaient des climats équatoriaux ou tropicaux humides et chaud.

Comment reconnaître le saprolite ?:

Du haut en bas d'un profil, dès que l'on reconnaît les structures rocheuses (faces de fractures, fissures, noyaux durs, cristaux ajustés, on est sûr d'être dans le saprolite: les grains restent ajustés mais changent un peu d'aspect (cariés, oxydés, micro-fracturés, certains s'écrasent entre les doigts ce qui pose d'ailleurs problème pour la préparation d'échantillons au laboratoire). Certains auteurs ont pu mesurer un gonflement général, dû à l'écartement des feuillets de mica. Le marteau (ou la pelle mécanique) peuvent en détacher des blocs qui se défont ensuite en sable, sans trop forcer, à la main. La couleur est nettement plus rouille ou ocre que celle de la roche saine: le fer « sort » des minéraux sombres. Tous les intermédiaires existent entre la roche saine et le saprolite le moins résistant. Tant qu'une cohésion interne subsiste (les grains sont encore dans leur arrangement primitif) on continue à parler de saprolite qu'on peut accompagner d'un critère de cohésion (forte, moyenne, faible, souvent irrégulière d'un côté à l'autre du profil, plus grande à l'intérieur des blocs qu'à l'extérieur) et d'argillification nulle, très fine ou très grasse.



A noter que l'intensité de l'altération dépend souvent de la **profondeur** (plus on s'enfonce moins c'est altéré) mais aussi de la **composition** (plus il y a de micas noirs et de feldspaths et plus c'est altérable) et de la **taille** des cristaux (les grands sont plus fragiles). Comme un granite ou gneiss n'est jamais de composition homogène, ce que l'on voit très bien dans les talus, certains niveaux profonds peuvent être plus altérés que ceux présents entre 50 et 100 cm. Les fractures sont également des portes d'entrées à l'eau, donc à l'altération qui peut ainsi s'enfoncer à plusieurs mètres le long des réseaux de failles/fractures/fissures. Plus les grains sont grossiers et/ou plus il y a de micas noirs ou de feldspaths de grande taille, plus l'altération est intense en général. Ainsi les très grandes tablettes de feldspaths sont fragiles et micro-fracturées, ce qui explique en partie la formation des kaolins de Larnage.

Vers la surface, sous l'action des racines, du gel, des animaux (brassage biologique), ou du travail du sol, le saprolite se désengrène progressivement en arène ou gore en libérant les cristaux dont elle est formée. Rapidement l'argile est lessivée latéralement et le sol de surface résiduel reste très sableux grossier, plus riche même en grains et graviers de quartz que la roche puisque le quartz est quasi inaltérable alors que les autres minéraux se sont transformés puis ont pour partie été entraînés.

L'argillification et le lessivage

Si les conditions chimiques s'y prêtent (pH, humidité, température, ni trop chaude, ni trop froide, abondance de cations métallique Fer, magnésium...) les transformations sont plus poussées: micas et feldspaths donnent de plus en plus d'argile et la texture devient sablo-argileuse ou argilo-sableuse. Cette argillification intervient déjà dans la masse du saprolite, on l'a vu, surtout le long des fissures dont les faces ont souvent un toucher nettement plus gras, ou sont même quasi colmatées par 1 à 2cm d'argile blanche, verte ou rougeâtre. Les racines qui pénètrent dans les fissures plus humides, en consommant des cations K et Mg, semblent accélérer ce processus. Les bactéries associées aux extrémités racinaires contribuent à la transformation des minéraux en argile.

Les horizons saprolitiques deviennent plus colorés, voire bariolés vivement de blanc/rouille/vert pistache, avec des taches ou revêtements noirs (dépôts fer-manganèse associés)

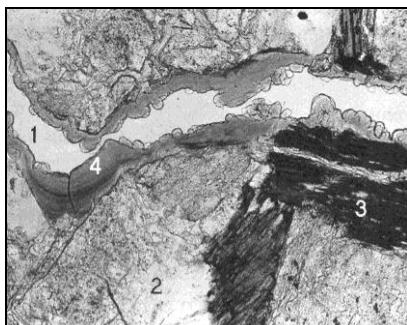


Photo 29: Lame mince taillée dans une arène granitique

On visualise bien l'altération débutante. Cette image est une coupe de taille réelle 2 x 3 cm.

(Tiré de Legros - Les grands sols du monde 2009)

On remarque:

1 = fissure

2 = quartz ou feldspath clairs

3 = mica noirs

4 = revêtements argileux déposés en strates successives dans la fissure

De l'argile existe donc déjà sur les parois des fissures et micro-fissures du saprolite. Les (micro-)feuilles d'argile s'organisent souvent en lits très fins le long des fissures et forment des faces lisses qui prennent parfois une allure de vernis coloré (de rouge à vert).

Lorsque le saprolite est amené en surface (travaux, érosion, vie du sol) le sol est d'ailleurs parfois un peu gras car les grains grossiers de quartz et de feldspath sont enduits d'une fine pellicule argileuse. Au bout de quelques années les grains se lavent de cette pellicule.

Même dans ces matériaux grossiers et acides, on observe des vers de terre qui laissent des chenaux verticaux remplis de grains de quartz 'propres' dans l'horizon de surface.

Juste au-dessus du saprolite, il existe parfois une bande drainante de gravillons et sables très grossiers 'propres' de 2 ou 3 centimètres (lessivage accéléré de cette zone où l'eau d'infiltration court plus vite)

Lessivage oblique, évacuation des argiles

Cette argile progressivement fabriquée, n'est pas stable car l'ambiance naturelle est acide (il n'y a pas de calcium flocculant). De plus le sol très mince a un tout petit réservoir hydrique. Il est donc très facilement saturé (dès 30 à 40 mm de pluviométrie) et le peu d'argile qu'il contient sera évacué du



profil, partant en suspension dans les eaux latérales drainantes dès qu'il y a un soupçon de pente. L'horizon de surface redevient alors extrêmement sablonneux (avec des sables souvent grossiers, à la limite de définition sable/graviers, qui se situe au diamètre de 2 millimètres). C'est ainsi que le saprolite peut sembler plus gras que son sol ; Il s'agit bien là d'un lessivage oblique des argiles, car dans les coteaux, elles se retrouvent plus bas dans la pente (ou même partent dans les rivières) et non pas plus bas dans le profil.

Lessivage vertical, formation d'un horizon Bt argileux et des sols 'lessivés'.

Sous ce climat à influences méditerranéennes, seules les situations très stables (plateau, ou même très légère cuvettes de plateau) montrent de vrais sols lessivés verticalement: on voit progressivement apparaître un mince horizon d'accumulation d'argile, un horizon Bt, souvent bariolé (rouille/gris, vif) entre l'horizon sableux lessivé appauvri de surface, et le saprolite, lui-même argillifié dans ses fissures.

Plus rarement, dans certaines pentes, des ondulations du plancher dur peuvent servir de piège à argile. Dans ce cas c'est très difficile à détecter.

En pratique nous avons trouvé peu d'argillification notable hors des fissures, ni dans les profils, ni à la tarière. Les argiles sont évacuées des versants et même du paysage: les grands piémonts qui auraient pu les stocker ont été éliminés par le Rhône, très érosif dans son étroit couloir.

PROPRIETES ET ORIGINALITE DU SAPROLITE:

[Granite/gneiss] et [saprolite de Granite ou gneiss] sont donc des matériaux parentaux très différents en composition et en structure.

A notre étonnement (il y a un an), la moyenne de profondeur atteinte par la pelle dans ces profils fut de 150 cm. Aujourd'hui nos connaissances pratiques ont progressé, et nous avons constaté des profondeurs plus grandes encore dans les granites des crus du Beaujolais.

A quelle vitesse progresse l'altération en profondeur ?

Nous sommes en recherche de références précises. Elles sont plus abondantes pour les sols tropicaux. Pour la région on pourrait avancer le chiffre raisonnable de 1 à 10 mm pour 1000 ans. Cela correspondrait déjà à une moyenne de 5m pour 1 million d'année. C'est évidemment d'autant plus rapide que la roche est initialement fracturée, riche en micas noirs, et surtout que le climat est chaud et humide en permanence, ce qui explique les 60 à 80 mètres de saprolite constatés dans les pays tropicaux.

Il est cohérent avec l'altération proche de 1.50m que nous avons constaté dans le profil le plus bas des versants: à 160m d'altitude ce point ne peut avoir été soumis à l'altération avant 2 ou 300.000 ans, puisque le fleuve a recréé le massif récemment. Mais il a pu être situé durablement juste sous le niveau du fleuve, donc plus imbibé et altéré pour cette raison.

Ces quelques millimètres par millénaires sont à confronter à la vitesse de l'érosion des sols nus, qui comme chacun peut le vérifier au déchaussement des pieds peut être incomensurablement plus rapide.

Le « granite kaolinisé » très blanc de Larnage est un « saprolite » particulièrement épais dont la formation est exceptionnelle en France sur une telle épaisseur.

Une forte sensibilité des sols à l'érosion, mais une certaine cohérence du saprolite

Dès que la pente augmente, et même si le drainage est très rapide grâce à la texture de sables très grossiers, la saturation et la perte de cohésion interviennent dès que les épisodes pluvieux sont un peu diluviens. Les couches superficielles du sol dépassent alors leur « limite de liquidité », limite à laquelle ses forces de cohésion internes des agrégats ne suffisent plus à compenser l'écoulement gravitaire. L'érosion mécanique, avec amincissement est inévitable. Les colluvions héritées en bas de coteau et dans les combes sont alors particulièrement sablo-graveleuses.

Seuls des aménagements concertés (rigoles transversales, rangées pas trop longues, fossés, torrents entretenus, peuvent alors évacuer l'eau en excès).

Même sous forêt les sols ne peuvent s'épaissir indéfiniment en situation de pente: des décrochements intervennent régulièrement dès qu'une pellicule argileuse (couche savon) ou une épaisseur de sol importante (poids) se forment: ceci dessine des reliefs en alvéoles et des ravins étroits à versants raides.

On peut estimer que dès l'âge du Bronze et les premiers grands déboisements, cette érosion s'est accélérée considérablement.

Dans les profils, le « saprolite » poreux mais bien en place est rencontré partout dès 40 et 60 cm. On peut donc supposer que l'érosion (externe ou interne) est active, puisque les sols ne s'épaissent et ne se différencient que très peu. Le sol semble perpétuellement « rajeuni », à chaque replantation, par les outils qui vont gratouiller le saprolite; **Attention il n'a évidemment pas une épaisseur infinie, et se forme très lentement, nous l'avons vu: on s'attaque donc à un capital constitué durant des millénaires, bien plus lent à former qu'un sol !!!**

Enfin, on comprend que les climats franchement méditerranéens, beaucoup plus érosifs ne permettent pas la conservation de sols de ce type, ou tout au moins dans des pentes aussi fortes.

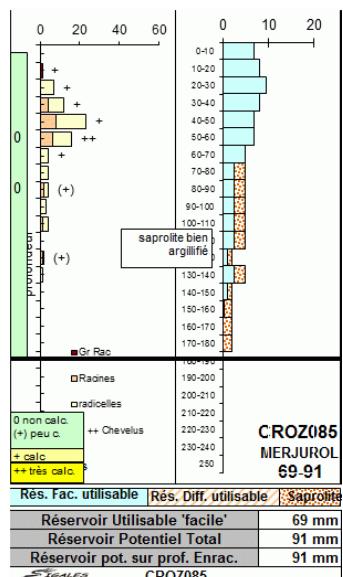
STOCKAGE DE L'EAU PAR LE SAPROLITE

La masse du saprolite est poreuse et peut donc stocker de l'eau.

La fragilité de ce matériau rend sa manipulation, puis son transport au laboratoire, difficiles. En tout cas, **on ne peut certainement pas estimer son réservoir hydrique comme celui d'un sable grossier particulaire en raison de l'ajustement parfait des grains, de leur microfissuration et de la microscopique pellicule argileuse qui s'y développe.** Ni évidemment comme celui d'une roche saine peu ou non poreuse, qui serait nul.

Ce réservoir complémentaire n'est pas uniquement dû à un enrichissement en argile mais aussi à une modification de structure.

Le seul moyen d'évaluer correctement cette contribution nous semble être un suivi 'd'itinéraire hydrique' de la plante car on ne pourra jamais explorer l'environnement des plus profondes racines. Des suivis de ce type ont été engagés, depuis l'ouverture des profils, par la Chambre d'Agriculture (Communication. Orale : Nicolas Fermond). Les premiers résultats semblent montrer qu'un stock en eau du sol voisin ou même supérieur à 100 mm doit être impliqué dans les bilans pour expliquer le comportement des vignes. L'horizon Ccri 'saprolitique' contribue donc pour plus de moitié au fonctionnement du sol.



Nous avons cependant tenté de paramétriser notre petite moulinette (voir cahier II des annexes §1.1), pour garder en mémoire une visualisation même grossière de la contribution du saprolite et de la descente racinaire. 3 coefficients texturaux ont été ajoutés selon le degré de transformation de la roche:

- ✓ Roche altérée, poreuse, mais 'sèche' pas d'argile dans les fissures: coeff. 0.1
- ✓ Roche altérée avec de rares fissures argillifiées, espacées de 20-50 cm: coeff 0.2
- ✓ Roche très altérée: fissures nombreuses, peu espacées, presque toutes argillifiées, pas mal de racines. Coeff. 0.5 (soit comme un sable grossier)

Figure 29: Estimation du réservoir hydrique du saprolite

Avec ces outils sommaires, on obtient les ordres de grandeurs suivants pour les sols sans recouvrement, ou à masque peu important:

(NB les 'RU racines' sont supérieures aux 'RU faciles' puisqu'on ajoute la contribution du saprolite au calcul habituel). Le saprolite peut probablement stocker entre le tiers et les ¾ de la réserve totale.

| familles [12] [13] [15] | RU | RU_racine | Prof. trou | Dern. racines |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|---------------|
| Moyenne catégorie | 67 mm | 85 mm | 174 cm | 136 cm |
| maximum catégorie | 109 mm | 135 mm | 200 cm | 170 cm |
| minimum catégorie | 39 mm | 49 mm | 130 cm | 80 cm |
| nb valeur catégorie | 11 | 11 | 11 | 11 |

Tableau 30: Réservoir hydrique des sols avec saprolite

Voir paragraphe 4.1.2 les résultats détaillés.

Pour les sols plus complexes avec lœss ou galets mélangés en recouvrement de plus de 80 cm au dessus de la roche, les fourchettes seront évidemment bien plus confortables, doublées en moyenne.

Alimentation Minérale

Les surfaces de contacts sont démultipliées et il y a beaucoup plus de transferts d'ions à la surface des grains et sur la bordure des cristaux à demi ouverts, que dans un sable alluvial émoussé ou arrondi, dur et lavé, au moins quand le saprolite est encore assez « frais».

Même si l'enracinement est très rare et reste apparemment cantonné aux fissures, l'eau qui percole dans le sol, est sûrement plus minéralisée que celle qui circule dans un sable alluvial grossier de granulométrie équivalente mais totalement lavé par les eaux. Là encore, de modestes essais de percolation pourraient nous éclairer. Le tout petit volume qui entoure les extrémités des racines constitue une 'pompe à potasse' depuis les réseaux cristallins, ce qui accélère leur transformation en argile. (com. orale P. Hinsinger) Mais cette fonction de pompe appauvrit l'environnement immédiat de la racine et les quantités globales peuvent devenir très insuffisantes quand les racines sont trop rares ou poussent trop lentement (saprolite 'maigre', peu fissuré VS saprolite 'gras' très fracturé) puisqu'elles sont cantonnées aux mêmes fissures. Le travail du saprolite remet par contre à disposition des éléments plus frais, moins lavés que les sables de surface qui s'appauvrisent vite. Des résultats obtenus sur des essais potasse en sol granitique (IFV SICAREX Beaujolais cf biblio. CAHUREL 2006) confirment bien cependant qu'il y a une contribution d'autant plus importante depuis le saprolite que les apports en potasse par engrains sont modérés et raisonnés.

LE ROLE DES LŒSS et du pH

On peut imaginer au vu les pH qui ne sont pas si acides qu'attendu, qu'il y a eu une certaine neutralisation des sols par les poussières de lœss calcaire qui ont dû presque tout recouvrir à la fin de chaque interglaciaire. La moitié (14) de nos 27 profils de la zone 3 de Crozes à Serves, sont un peu ou nettement calcaires !

Bien sûr, il y a également l'action des chaulages depuis plusieurs décennies, dont nous ne pouvons pas distinguer l'effet sur le pH actuel de celui des lœss supposés.



Dans le premier cas (lœss), ces pH remontées pourraient signifier moins d'agressivité (au moins depuis le quaternaire) donc moins de lessivage que dans un milieu non neutralisé par ces « amendements naturels », même si l'argyllification de la roche est bien plus ancienne que les dépôts de lœss.

Enfin les eaux de ruissellement de sub-surface sont parfois très carbonatées calciques, ce qui provoque un encroûtement par de la calcite (calcaire) des pores et fissures du saprolite de granite ou de gneiss sous-jacent. (calcitisation du saprolite, qui fait alors effervescence à l'acide dilué -photo32-).

Photo 31: calcitisation d'un granite.

SIGALES - Etudes de Sols et de Terroirs

Nomenclature ‘officielle’ (paragraphe à éviter si l’on n’est pas pédologue pur et dur)

Il est un peu illusoire de vouloir choisir entre les termes officiels du référentiel pédologique RP2009, pour ces sols qui sont très modifiés, tant chimiquement que physiquement par la mise en culture, mais souvent aussi par les loess, ou le souvenir des loess.

En outre la prise en compte de l’horizon de saprolite est délicate: est-ce simplement un horizon Ccri d’altération, ou en soi un nouveau matériau parental pénétrable. Nous préférons la seconde solution.

La séquence des horizons est souvent LE/Ccri, ce qui n'est pas référencé.

Les sols sont-ils alors des:

RANKOSOLS ? NON, car l’horizon sous-jacent n'est pas un horizon ‘R’ de roche dure, mais un Ccri souvent très transformé.

ARENOSOLS leptiques acides sur saprolite de granite (très, peu ou non argillifié)? à la rigueur, mais cela donne peu d'information et les horizons A/J meubles sont un peu trop minces en général. De plus il y a des marques de lessivage (grains lavés)

ALOCRISOLS sableux ? non, pour des raisons chimiques: après mise en culture, ils ne sont en moyenne pas, ou plus assez acides, ont une capacité d'échange trop saturée et pas assez d'aluminium échangeable (heureusement). De plus les apports de loess très fréquents, contrarient radicalement cette évolution.

LUVISOLS ? non, comme le lessivage est latéral il n'y a pas vraiment d'accumulation argileuse avec individualisation d'un véritable horizon Bt. Le peu d'argillification semble se former ‘par en-bas’, puis se concentrer dans les fissures avant d'être éliminée latéralement dès qu'elle est amenée à la surface par l'érosion. NEOLUVISOL peut convenir pour les plus argileux (15%) mais les horizons LA et Bt sont souvent mélangés par les travaux.

BRUNISOLS ? Il est difficile de reconnaître un véritable horizon S dans les textures très sableuses grossières, tant que le sol ne dépasse pas 60 cm d'épaisseur.

REGOSOLS sableux grossiers sur saprolite de granite (très, peu ou non argillifié), approfondis par des travaux? à la rigueur, bien que les sols soient souvent un peu trop ‘profonds’, grâce à la mise en culture, pour correspondre à la définition stricte du Référentiel Français RPF (la Couche Ccri devrait être à moins de 10-25cm). Au niveau international (WRB: World référence Base for Soils resources) c'est le terme qui serait cependant le plus adéquat.

...mais un peu de tout cela quand même selon les endroits, et cela n'aurait aucun sens de vouloir cartographier selon ces catégories.

Nous utilisons donc temporairement le terme de « SAPROSOL » de vigne, pour ces sacrés sols, sapristi, à séquence d’horizon LE/Ccri !!

Nos codes nous permettent de rester plus concis, tout en insistant sur les différences de profondeur et de texture, donc de réservoir hydrique, voir le paragraphe suivant 4.1.2:

On trouvera quelques éléments de géochimie de l’altération des granites et des gneiss dans le cahier des annexes au paragraphe 2.2.5.

CONCLUSION SUR LES SAPROLITES ET LEUR COUVERTURE DE SOLS:

1. L'altération est plus importante et plus régulière qu'il ne paraît

Le granite (ou le gneiss) est plus intensément altéré que nous ne le pensions avant de découvrir les profils, au moins dans les parcelles cultivées: que ce soit en pente ou en replat c'est presque toujours au moins 1.50m de saprolite qui est présent sous le mince horizon ameubli.

On peut donc conclure que le saprolite, qui a du s'épaissir sous forêt, avant la mise en culture, est suffisamment cohérent, bien qu'allégé, pour ne pas être trop sensible à l'érosion en masse, car il assure l'absorption puis l'évacuation de l'eau en excès (sans se liquéfier ou glisser comme le feraient des sols argileux ou sableux).

Cependant comme nous l'avons vu, ce peut être un maintien un peu transitoire: quand les horizons superficiels sont érodés, la profondeur de sol meuble peut être à peu près conservée en gagnant sur le saprolite, mais l'épaisseur de saprolite diminue bien plus vite 'par le haut' n'elle n'augmente 'par le bas'.

2. La microtopographie naturelle est chahutée: crêtes, épaulements, combes, couloirs, replats correspondent à des états différents de dureté de la roche

Evidemment, les parcelles de vigne débordent sur des sols squelettiques (rankosols) formés sur des roches moins ou pas altérées. Cela se produit aux abords des rognons vraiment durs qui restent en relief (convexités ou reliefs déchiquetés autour des filons plus durs). Ce sont obligatoirement des zones très « sécherdes », plutôt marginales, ou formant des 'taches' dans les plus grandes parcelles. le réservoir hydrique y est notoirement et constamment insuffisant, ce qui engendre de forts stress hydriques quasiment toutes les années sur ces taches.

Les épaississements naturels de pentes (colluvionnement des arènes riches en graviers granitiques) viennent beurrer les moindres creux, combes et les replats de bas de pente. Dans certains cas, le nivellation de surface selon les courbes de niveau, peut entraîner une augmentation paradoxale de l'irrégularité de comportement puisque l'on amincit encore les sols des crêtes pour combler des creux qui étaient déjà initialement mieux pourvus en terre plus fine, plus humifère, et avec un saprolite plus altéré.

3. La mise en valeur plus ou moins « musclée » des pentes fortes régularise cette microtopographie, mais pas forcément les sols

La profondeur du sol est en partie dépendante de l'énergie qui a été consacrée autrefois à remonter et stabiliser l'arène ou la terre humifère derrière des talus plus ou moins consolidés de pierres. En fait il y a trop peu de pierres utilisables pour que des murets soient édifiés comme on le voit dans les régions de montagne (où la roche n'est pas altérée) ou bien dans les régions calcaires (roche en bancs réguliers).

Depuis 30 à 40 ans, de gros moyens mécaniques ont permis d'édifier les banquettes sans murets, par broyage et remaniement du saprolite plus ou moins argillifié: les zones cultivées, ramenées à des pentes raisonnables, voire avec de faible contre-pentes qui permettent une meilleure infiltration de l'eau, sont intercalées de banquettes ou talus pentus, à l'exemple récent de la Vitrine de Crozes. On a compris que la préservation du précieux capital de saprolite est absolument prioritaire, par le modelé du terrain et un enherbement, à conduire avec subtilité dans ces situations.

4. Les placages et saupoudrages de lœss

Ils sont un facteur important dans la description des sols des coteaux. Pas tous notés sur la carte géologique, loin de là vu leur faible épaisseur, ils jouent un rôle très important dans le sol, tant physique que chimique. La moindre influence de lœss, quelques centimètres par exemple, peut déjà modifier rapidement et durablement les paramètres physico-chimiques des sols de granite ou gneiss, en relevant leur pH, resaturant leur complexe adsorbant, tout en affinant leur texture.

Le calcaire qu'il contient, une fois dissout peut même « entarter » et reduire le saprolite granitique poreux sous-jacent ce qui donne au final de curieux bancs ou rognons de « granites ou gneiss calcarifiés» de formation récente (15-30000 ans ??) (gneiss ou granite à 'épigénie' calcaire); ce phénomène s'appelle épigénie par la calcite: les vides sont peu à peu remplis par des dépôts calcaire. *C'est très malheureusement le même mot, (voir le chapitre géologique), qui décrit un tout autre phénomène: le creusement illogique par le Rhône de sa vallée dans le massif de granite.*

4.1.2. OBSERVATIONS SUR LES PROFILS

Ces sols ne se rencontrent évidemment que dans le secteur 3, des coteaux de Tain jusqu'à Serves: 10 des 27 profils y sont étroitement apparentés et 6 de plus sont en partie concernés par ces matériaux. On peut consulter leurs fiches dans l'annexe III 'illustrations'.

| Id_profil | vail | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthese | RU | RU_racine | profondeur d | dernières rac | dernières |
|-----------|------|-------------------|---------------------|---|-----|-----------|--------------|---------------|-----------|
| CROZ069 | D | LES PAILLASSONNES | 1203 | Sol acide sablo-graveleux approfondi par travaux à 60-80cm, sur saprolite de granite fracturé (un peu argillifié) à cristaux moyens 2-4mm. | 41 | 57 | 140 | 140 | r |
| CROZ070 | D | LES PAILLASSONNES | 1204 z (+oe) | Sol sableux grossier limoneux , non calcaire (pH neutre) sombre, de profondeur faible au sud et moyenne au nord. sur granite clair à cristaux géants. | 61 | 80 | 200 | 130 | (r) |
| CROZ076 | D | LES BALMES | 1203 | Sol brun acide sableux grossier acide, caillouteux travaillé sur saprolite (granite altéré) à gros cristaux | 39 | 49 | 160 | 150 | r+ |
| CROZ084 | H Tr | MERJUROL | 1274 | Sol brun acide complexe sur deux types de saprolite: granite à gros cristaux et "filons" soit assez durs et fins, soit mordoré très micacé et riche en micas très altérés, à altération argileuse soyeuse jaune dorée, ou bariolée. | 109 | 135 | 180 | 160 | (r) |
| CROZ085 | H | MERJUROL | 1203 (a) | Sol brun acide sableux grossier peu argileux mince sur saprolite de granite à biotite à 40cm (à lits de gros feldspaths) | 69 | 91 | 180 | 140 | (ch) |
| CROZ086 | H | LES VERRES | 1203 (a) | Sol brun acide sableux un peu argillifié mince sur saprolite de granite à biotite à 40cm (à lits de gros feldspaths) | 58 | 78 | 180 | 140 | (r) |
| EROM064 | D | LE TOUT | 1514<71 | Sol sablo argilo limoneux calcaire avec loess sur sable de gneiss très altéré dès 55cm. Racines de vigne à 1,80cm dans les fractures | 78 | 106 | 190 | 170 | r |
| EROM087 | D | SASSENAIS | 1504 (a) | Sol brun peu acide sableux , mince, un peu argillifié sur gneiss fracturé à 70cm. | 54 | 65 | 130 | 90 | (R,#) |
| LARN081 | ? | LE CHATEAU | 1364 (+) | Sol blanc "lessivé" sablo argileux , restitué en surface (pH neutre) sur saprolite de granite-pétagmatite à gros feldspaths kaolinisé | 104 | 129 | 180 | 155 | r |
| LARN083 | D | CREUX DURENARD | 1303-1203 (a) | Sol sablo argileux mince, acide, sur saprolite à lits de gros feldspaths blancs kaolinisés à 50cm, peu exploré, position de sommet arrondi | 52 | 64 | 200 | 80 | (r) |

Tableau 32: Liste des profils issus des granites et gneiss

Dans ces 10 premiers profils, le granite [12], le gneiss [15] ou le granite blanc kaolinisé [13] en place sont atteints entre 40 et 60 cm. Mais «en place» ne signifie pas intact et dur: la pelle est partout descendue dans la roche plus ou moins altérée - le saprolite - entre 130 et 200 cm. (en moyenne 170 cm).

Plus surprenant, la profondeur des dernières racines, certes très rares, fines, écrasées, dans les fissures ou entre les cristaux atteint 140 cm en moyenne.

Représentation cartographique.

L'altération semble recouvrir d'un manteau quasi-continu toutes les surfaces (de gros travaux de broyage sont théoriquement possibles un peu partout, qui viennent à bout de la plupart des affleurements). Evidemment de multiples nuances pourraient être faites dans ces zones très changeantes (profondeur, avec ou sans placage ou saupoudrage discret de loess).

On a donc représenté sur la carte:

- Code 1203 - 1503 les « SAPROSOLS » sableux grossiers, majoritairement acides, de profondeur faible à moyenne, représentent une très grande majorité des surfaces. On constate la saprolitisation du granite ou du gneiss sur 50 à 100 cm au moins au-delà des premiers décimètres travaillés. Le premier horizon travaillé est souvent un peu lavé à la base (horizon LE) dans les pentes, et conserve parfois un peu plus d'argile 10-12% sur les replats. L'horizon de saprolite sera noté Ccri. Cette combinaison LE/Ccri n'est pas référencée dans le référentiel pédologique.
- 1203<71 - 1503<71 quand ils sont recarbonatés dès la surface par du loess.
- 1205 - 1505 - 1305 les sols un peu plus profonds, localisés dans les concavités et les alvéoles repérables en tête de talweg et proviennent d'arène déplacée mais peu évoluée. Ils sont toujours assez sableux grossiers.

- 1264 - 1564 - 1364 des BRUNISOLS-PSEUDOLUVISOLS sableux grossiers acides en surface mais avec un horizon d'accumulation d'argile distinct (horizon Bt, avant le saprolite). La succession des horizons devient LE/Bt/Ccri, et se rencontreraient plutôt sur des pentes très faibles ou replats concaves, car il faut qu'il y ait un piégeage de l'argile formée. Mais cela n'a pas été suffisamment prouvé pour que de véritables zones soient dessinées à l'échelle du travail. Des profils peuvent toutefois comporter ce code. L'argillification remonte le réservoir hydrique de plusieurs dizaines de millimètre.

Le tout est entrecoupé d'affleurements rocheux (têtes de roches - LITHOSOLS [12] ou [15]).

Profils représentatifs:

- Profils sur granite, en situation de replat ou plateau peu pentu; CROZ086 et CROZ084

CROZ086 est très caractéristique et peut servir de référence:

60 cm de sable grossier peu argileux (12% d'argile après tamisage à 2mm, 61% de sables à 90% grossiers: de 0.2 à 2 mm) pH peu acide (6.6), horizon homogénéisé, brassé par les travaux, 1.3% de M.O entre 10 et 30 cm.

Dès 60 cm: Le saprolite bien argillifié, puis plus sec, des racines fines mais bien vivantes à 140 cm, creusement jusqu'à 175cm

C'est un très bon site pour étudier le fonctionnement hydrique du saprolite, car presque à plat: les observations ne seront pas perturbées par des circulations hydrauliques latérales venues de pentes dominantes. Pesées de matériaux secs et imbibés, suivis de mesures de potentiels pétiolaires, et même suivi d'humidité in situ après pose de tubes pour mesures neutroniques seraient instructifs.

Le matériau parental de CROZ084 est plus hétérogène (il y a un filon de granite très micacé à biotite altérée, très différent du granite type à gros cristaux, ce qui génère plus d'argile et de sables micacés peu quartzeux dans le niveau saprolitique, donc un réservoir un peu augmenté)

- Profils sur granite ou gneiss, en situation de pente, parfois forte et remaniée en banquettes,

CROZ076 (le saprolite est peu argillifié),

CROZ085 (assez proche de 086)

CROZ069, CROZ70 (vitrine) sont en situation de mi pentes fortes, 20-40%.

CROZ070 est très proche (2 à 4 mètres) à la fois d'un placage de loess et d'un rognon de granite dur (et donc à lui tout seul représentatif d'une zone hétérogène de transition)

EROM087 Le gneiss que nous avons pu observer est à grains assez fins, assez sombre et présente un débit bien fracturé en parallélépipèdes obliques de 3 à 20 cm de grand axe, à faces lisses, d'aspect différent du granite, même si la composition chimique est peu différente. Les fractures sont un peu argillifiées (a). La pelle n'a pu creuser au-delà de 130 cm.

EROM64: Là encore le gneiss très fracturé en parallélépipèdes obliques est trouvé dès 45cm, mais le chimisme de surface (sable argilo-limoneux un peu calcaire) dénote une influence certaine de loess.

Code 1514<71. La pelle a atteint 190 cm !.

Profils sur granite blanc kaolinisé à grands feldspaths [13]: 1 profil + 1 apparenté

Codes 1303 - 1304 -1305, mêmes principes de codification que pour les [12] ou [15]

LARN081: En l'absence de micas et de minéraux noirs, l'altération des feldspaths blancs donne de la kaolinite (argile blanche) assez pure, bien connue des céramistes et des géologues. Son faible retrait à la cuisson explique ses bonnes propriétés mécaniques et réfractaires, mais en agronomie elle est considérée comme une 'mauvaise' argile. On peut cependant estimer qu'un peu d'argile, même de la kaolinite, en mince enduit autour des grains ne nuit pas à ces sols très graveleux et à très faible capacité pour l'eau et faible CEC.

Attention: on observe d'intenses et très rapides variations de pH dans la zone des terres blanches de Larnage (et un peu partout d'ailleurs). Il devrait théoriquement être (très) acide mais dans la réalité il est souvent neutre, voire basique: ce sont indéniablement des saupoudrages de lœss qui constituent un amendement naturel. En tout cas, ces lœss ne sont pas toujours perceptibles à la texture ou à la couleur, souvent vraiment très blanche dans ces secteurs. Il est plus utile de multiplier les petits tests de terrain économiques (HCL et/ou test pH) que de mélanger des échantillons à envoyer au laboratoire.

NB: Il s'agit de la roche cristalline en place constituée presque uniquement de cristaux de feldspaths blancs purs, de grande ou très grande taille, assez broyés mais encore assez ajustés, très anguleux. C'est l'absence de micas ou autres minéraux noirs dans la roche qui donne cette altérite kaolinique très blanche, et non le lessivage ou la dégradation acide des sols.

En tout cas cette configuration est originale et mérite d'être signalée.

Les affleurements sains à l'origine de cette altérite blanche ne sont jamais visibles (carrière de plusieurs dizaines de mètres de profondeur).

LARN083 est sur un granite qui commence à présenter les caractéristiques du granite kaolinisé blanc (Ce profil est chimiquement assez acide, pauvre en matière organique, et riche en aluminium échangeable en profondeur, pas de racines vues au-delà de 80 cm)

Profils complexes sur granite ou gneiss

Dans 6 autres profils du même secteur « 3 », du granite ou du gneiss ont été trouvés en profondeur. Mais ils sont recouverts sur 1 mètre ou plus par des formations superficielles très différentes: éoliennes (lœss), fluviatiles anciennes (terrasses à galets) ou gravitaires (éboulis, colluvions), ce qui change beaucoup le fonctionnement et les caractéristiques des sols, même si une partie des racines atteignent le saprolite.

| Id_profil | Vaill | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthèse | RU | RU_racine | fondeur d | dernières ra | dernières |
|-----------|-------|-----------------------|---------------------|---|-----|-----------|-----------|--------------|-----------|
| EROM065 | H | BEAUBRUNET ET LA ROUE | 8614/15 | Sol complexe calcaire (couches galets/lœss) sur gneiss très altéré/fracturé par endroit très micacé (roux-biotite altérée) | 86 | 100 | 150 | 120 | r |
| LARN079 | ? | LES BATIES | 8236 XX /((12)) | Sol très profond très caillouteux non calcaire (60 à 70% -galets-) assez argileux en surface puis sablo argileux grossier sur granite fracturé clair à gros feldspath au delà de 180cm | 96 | 104 | 210 | 210 | r++ |
| LARN082 | H D | SOURDET | 7216-<83A /12 | Sol complexe, "trilogie": argile sablo-graveleuse feldspathique non calcaire (pH basique) sur lœss calcaire jaune à 40cm, puis sur saprolite de granite à 140cm- pas de racines vues en profondeur ce qui est très rare. Le réservoir est peut-être plus faible | 140 | 192 | 180 | 70 | r |
| SERV061 | H Dr | LA ROCHE TTE | 7116/(15ca) | remanié, (CALCOSOL) sur gorie de sable grossiers argileux de gneiss très altéré à 150cm (ancien sol de gneiss) | 232 | 247 | 200 | 180 | (r) |
| SERV062 | H | LE VILLAGE | 7116/15 | Sol sablo-limoneux calcaire de Loess sur gneiss altéré à 130cm, puis très dur à 165 cm: code 7115/15 Proche d'une zone 1513<71 ou le rocher est très proche | 193 | 194 | 165 | 120 | r |
| SERV063 | H | LES COTES | 7414/15ca | Sol sablo- limoneux (à sables grossiers) calcaire , sur gneiss calcifié bien altéré et fracturé, assez sombre (riche en minéraux ferromagnésien) | 71 | 82 | 160 | 100 | r |

Tableau 33: Liste des profils complexes sur granites et gneiss

Remarque sur SERV062: le rocher était nettement plus dur au fond de SERV062, altéré sur 20-30 cm seulement (mais recouvert par 1.50m de lœss). Et la pelle n'avait pu creuser au-delà de 60 cm à 15m de ce profil (SERV62bis). Un filon de roche moins altérable, plus claire donc plus quartzueuse, traverse sans doute cette zone. Cela illustre bien la variabilité horizontale des sols.

Les codes 5---, 6--- 7--- ou 8--- du matériau principal superficiel sont suivis de /12 ou /15 ou /13 dans l'étiquette de la carte.

Représentation cartographique des superpositions sur granite ou gneiss.

Sur la carte on a pu repérer les superpositions suivantes (45 hectares en tout, pour 84 unités):

- **Sous terrasses à galets (5 hectares en tout)**

6304 /15 Gneiss recouvert de terrasse à galet würm [63], peu évoluée plutôt sableuse, position de replat d'altitude 150-160m

6324 /15 les galets sont très encroutés de calcaire, la profondeur peut être limitée

5124/15 ou 5324 /12 ou 15 Granite ou Gneiss recouvert de terrasse à galet ancienne à griffe, plus ou moins en place (rougeâtre, avec encroûtements calcaires), plus haut dans la pente que les précédents 63..., la profondeur est irrégulière car elle peut être limitée par la griffe.

5174 /12 Granite recouvert de terrasse à galets avec horizon bariolé argileux non calcaire

- **Sous lœss ou mélange avec lœss dominants (23 hectares en tout)**

7115 /12 ou 15 Granite ou Gneiss recouvert de lœss, calcaire, sur 80-120 cm

7415 /12 ou 15 Granite ou Gneiss recouvert de lœss mélangé de sable grossier, peu calcaire.

7615 / 12 ou 15 Granite ou Gneiss recouvert de lœss mélangé de sables et galets siliceux

- **Sous mélanges divers non dominés par les lœss (17 hectares en tout)**

8115 /12 Granite recouvert de terre avec beaucoup de galets, texture mélangée moyenne,

8235 /12 Granite recouvert de sables de granite et galets mélangés, plus sableux que les 81

8335 /15 Gneiss recouvert de sables de granite épaisse sur 1 à 1.5m, en bas de pente ou pente faible, non calcaire.

8415 /12 ou 13 ou 15 Granite ou Gneiss recouvert de sables de granite et lœss (moins de lœss qu'en 7415), peu calcaire

8515 /15 Gneiss recouvert de galets de terrasse et lœss (moins de lœss qu'en 7515), peu calcaire

8615 /12 ou 15 Granite ou Gneiss recouvert de sables-galets et lœss (moins de lœss qu'en 7615), peu calcaire

Caractéristiques analytiques des sols sur roches cristallines:

Le refus à 2mm: il atteint souvent 30 à 40% même en l'absence apparente de graviers et de cailloux car ce sont des sables très grossiers ou fins gravillons de 2-4mm, souvent de quartz.

Mais à l'inverse, beaucoup de graviers de feldspaths ou paillettes de micas blancs, normalement supérieurs à 2mm, sont fragiles et peuvent être réduits en poudre lors de la préparation des échantillons; Ce qui est réellement analysé est donc un peu différent du mélange naturel. **Ni le laboratoire ni l'observateur ne détiennent une vérité absolue, mais les deux se complètent.**

La texture: les sables grossiers (entre 0.05 et 2 mm) sont toujours dominants, entre 45 et 90% de la terre fine en profondeur. Le rapport sable grossier/sables totaux est en moyenne de 87% !

Dans le résidu analysé, les taux d'argile restent faibles mais pas nuls, entre 10 et 15%, un peu plus en LARN81 où nous avons pu prélever un mince horizon sans mélange entre 40 et 50 cm

La matière organique:

Nos 10 profils ont une moyenne de 1% (mini 0.6% - maxi à 1.3% pour 2 profils enherbés), plus faible que la moyenne générale 'tous sols' de l'appellation qui est de 1.26%

Si les taux de matière organique sous forêts sont de 4 à 7%, celle-ci est brûlée (minéralisée) rapidement dans ces sols sableux grossiers dès que le cycle forestier est rompu: il y avait déjà moins de 1.5% dans les 2 profils INRA en vigne de 1968. Ce taux moyen a probablement dû baisser durant les trois décennies suivantes, pour remonter un peu en moyenne depuis quelques années, après la constatation de problèmes récurrents (érosion, tassements, acidification, et plus généralement fatigue des sols, difficultés à la reprise des plantiers etc).

Le maintien d'un taux minimal (1.5-2%) doit être un souci constant, en parallèle avec la protection maximale contre l'érosion. L'enherbement est délicat mais observé dans de nombreuses parcelles. Le

choix d'espèces se desséchant complètement en été est primordial (cf. travaux chambres d'agriculture, IFV).

Attention: Les parcelles qui semblent supporter un enherbement plus concurrentiel sont quasiment toujours 'enrichies' par du lœss et ne peuvent être utilisées comme référence technique pour les sols 'simples' sur saprolite de granite ou gneiss voisins, sans lœss.

Sur notre échantillonnage trop restreint, et sous réserve de vérifications, une tendance semble se dégager:

Parcelles enherbées ou travaillées (3): moyenne 1.24% de matière organique - (Réservoirs moyen 100 mm)

Parcelles désherbées (6): moyenne 0.62% de matière organique - (Réservoirs moyens 70 mm)

Voir les comparaisons avec les autres sols au paragraphe 5.4

Le pH

Comme déjà dit, les pH sont moins acides que prévus et localement même basiques. La moyenne est sans signification. Les tests colorimétriques de terrain peuvent être utiles, car peu onéreux, ciblés et facilement répétables. On ne les utilisera que pour détecter des situations extrêmes, de pH inférieur à 5 ou supérieur à 7, en combinaison avec le test à l'acide pour détecter des traces de lœss éventuelles.

La CEC

Elle est de 9.1 cmol/kg en moyenne en surface comme en profondeur, ce qui est curieux car on est dans le saprolite quasi brut en profondeur. En tout cas, à titre de comparaison, un sable alluvial grossier lavé possède une CEC bien plus faible, autour de 3 ou 4 cmol /kg.

LES OBSERVATIONS DE 1968

Les quelques observations effectuées dans les pentes boisées par M. Bornand (1968) avaient indiqué des sols peu épais (30 à 50 cm), reposant directement sur le granite en place, ou sur une arène d'altération de ce même granite (« saprolite »). mais les profils étaient peu profonds et l'enracinement dans le saprolite ne pouvait être observé. Les sols étaient sableux, à sablo-argileux, avec des pH_{eau} pouvant descendre localement au-dessous de 5.

A noter que les profils 'INRA28-45', de 1968 (vigne), présentaient un pH presque basique en profondeur, comme certains des nôtres.

On passe en continuité aux sols plus complexes de pente, décrits dans les paragraphes 4.4.4. et 4.5.1., les sols sur granite ou gneiss, recouverts ou mélangés...

1. De lœss: 72##/12 72##/12 ou 15
2. De galets et sable d'arène: 82##/12 ou 15
3. De lœss et sables grossiers d'arène: 84##/12 ou 15
4. De lœss+galets+sable d'arène: 86##/15

1. De lœss: 72##/12, 72##/15, 7436/12

Le lœss quasi pur, limono-sableux fin et calcaire, recouvre le granite qui apparaît brutalement en profondeur.

2. De galets + des sables d'arène: 82##/12

Un mélange de galets, d'un peu de sables grossiers granitiques, recouvre le granite qui apparaît brutalement en profondeur

Par exemple: LARN079 est plus argileux en surface, très caillouteux (50 à 80% de galets et débris de gneiss sur toute la profondeur): galets + très peu de lœss), très profond et l'on trouve le granite au-delà de 170 cm ((/12)). Ici le sol n'est pas ou peu calcaire (pH neutre): Code profil 8236 /((12))

3. De lœss+sables grossiers d'arène: 84##/15

Un mélange de lœss, et de sables grossiers granitiques, recouvre le gneiss /15 qui apparaît brutalement en profondeur

Par exemple en SERV063: la terre de surface est un mélange calcaire (23% de total) de lœss et de sables grossiers du gneiss. Le saprolite est très imprégné de calcite blanche et il y a même un début de croûte calcaire rubanée autour de 90 cm: Code profil 8415/15ca

4. De lœss+galets+sable d'arène: 86##/15

Ces profils de pente encore un peu plus complexes avec des galets, des sables, du lœss calcaire au-dessus du gneiss ou du granite. Ce sont de véritables « trilogies » qui racontent l'histoire du coteau en moins de 2 mètres. Ils sont évidemment assez hétérogène (profondeur/pierrosité)

Le calcaire est faible <15% dans les deux exemples qui suivent:

En SERV065 le gneiss altéré est à moyenne profondeur (à 80-90 cm dans le profil): Code profil 8614/15

EROM067 est très profond, calcaire 8616 (gneiss altéré à 170 cm ((15))) et très caillouteux XX à partir de 80 cm: Code profil 8616XX/((15))

RESUME:

Originalité extraordinaire du matériau, tant chimique qu'hydrique, absolument impossible à reconstituer artificiellement, et manifestement parfaitement adapté à la production viticole de qualité...

Fragilité, risque de diminution du « capital de saprolite » par grattage pour compenser l'érosion de surface. Ce rafraîchissement améliore effectivement temporairement les propriétés du sol.

Faible réservoir hydrique, travail de quantification nécessaire pour la contribution du saprolite.

Faible capacité de stockage en cation (CEC)

Faible stock de matière organique: ce n'est pas que les vignerons sont moins attentifs à ce facteur, mais la minéralisation est particulièrement rapide en sol acide et sableux.

Faible activité biologique naturelle (sol à sables grossiers anguleux, peu agréables pour les vers de terre par exemple, pauvre en matière organique et en argile, parfois acides).

Et... précautions d'interprétation à prendre pour les analyses de terre classiques:

-Abondance des grains de taille juste limite entre la terre fine et le refus: 1.5 - 3 mm. Ce refus >2mm arrive à constituer plus de 30% de la fraction totale, ce qui change sensiblement les proportions argile/limon/sables. Il faudrait effectuer systématiquement des pré-tamisages à 5mm.

-Avec des conséquences inverses, on note la grande fragilité des grains de feldspaths et micas qui s'écrasent souvent entre les doigts: ils peuvent passer dans la fraction fine, puis des sables dans les limons, ou plus fin. Le broyage doit être très normalisé.

-la CEC qui se mesure normalement à pH 7, est très exagérée pour des sols acides. Elle devrait être pratiquée au pH du sol mais ce n'est pas standard et on devrait changer de méthode en permanence. Il ne faut donc pas la comparer à celle des sols neutres ou basiques plus argileux.

4.2. LES TERROIRS DES ROCHES CALCAIRES TENDRES [45]

LE MATERIAU PARENTAL: LES MARNES DU PLIOCENE

Appelées souvent argiles bleues, elles ont en général litées horizontalement (pas de plissements notables depuis leur dépôt dans la mer) et dans les talus montrent des bandes jaune pâle, et gris bleu alternes. Dans les profils également on retrouvera bien ce litage centimétrique. Elles sont localisées à notre premier secteur de travail. (Coteau Est).

En fait elles affleurent peu ailleurs que dans les talus car elles ont été partout recouvertes par les formations plus récentes traitées plus loin (terrasses à galets, loess, éboulis).

Plusieurs profils (5 des 29 de la zone 1) les ont cependant découvertes et elles ont une influence prépondérante, bien qu'elles soient masquées dans 4 cas. Un seul parmi ces 5 profils est purement un sol de marne (versant Est des Balayers), sans masque.

D'une façon générale:

- lorsqu'elles sont en mélange avec les autres matériaux présents dans les coteaux, elles affinent les textures (plus de limon et d'argile, moins de cailloux) des sols de bas des pentes, et augmentent les teneurs en calcaire. Les sols sont plus beiges/gris lorsqu'elles dominent en proportion.
- Elles sont responsables de chlorose lorsqu'elles sont à faible profondeur mais indétectables car masquées par plus de 50 centimètres de terres à galets ou de loess (milieu de pentes moyennes ou faibles).

Leur imperméabilité peut créer des mouillères ponctuelles à l'endroit du coteau où elles ressortent. (Unités #### /45)

Elles sont causes de glissements en loupes dans les pentes moyennes ou fortes et les hauts des pentes, même boisées, ce qui explique l'élargissement rapide des vallons depuis le début du quaternaire. Les sols ont un caractère rédoxique léger de profondeur dans les unités 4516 et 4536 de bas de pente concaves.

Liste des profils:

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthese |
|-----------|----------------|-----------------------|--|
| MERC023 | LES BLACHES | 4514 | Sol calcaire limono argileux de pente sur marne pliocène limoneuse litée en place dès 50cm, bien explorée par les racines. Sensible à la compaction (limoneux) et à l'érosion. |
| MERC029 | LES PENDS | 4514 <81 ou 8115 //45 | Sol très peu calcaire sablo-argileux caillouteux de pente sur marne pliocène limoneuse très calcaire et calcitisée, litée, en place dès 40cm, peu explorée par les racines. |
| LARN001 | LES MASSURIAUX | 4525 <71 | Sol limono-sableux très calcaire à 3 grosses bandes durcies de calcite, de marne pliocène limoneuse (+ un peu de loess?) |
| MERC003 | LE CHENET-NORD | 8715 X/45 | Sol profond très complexe à trois niveaux d'âge différent: colluvions calcaires à galets sur terrasse hypercaillouteuse sur pliocène limoneux |
| MERC004 | LES PLOTS | 8716 //45 ca | Colluvions caillouteuses à galets, peu calcaire, sur marne pliocène litée en place à lignes blanches calcitisées.(très calcaire) |

Tableau 34: Liste des profils issus de et sur marnes

Les analyses de terre:

| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Marnes 4514
Sols sur marnes /45 Horizons A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|--------|--------|------------------|----------|----------|-------|----------|-------------|---------|--------|-------------|---------|-----------|---|-------|--------------------|--------|----------|-------|
| | | MO% | pH_H2O | Ph KCL | Calcaire total % | Ca_actif | Fe mg/kg | IPC | Argile % | Limon TOT % | Lim fin | Limros | Sable TOT % | Sab fin | Sab_gros. | CEC Capacité d'Echange Cationique cmol/kg | S/T % | Taux de Saturation | K/CEC% | Mg/CEC % | CECfm |
| 20 | moyenne catégorie | 1,4 | 8,0 | 7,5 | 19,9 | 5,4 | 47,4 | 37,2 | 24,3 | 41,1 | 22,0 | 19,2 | 33,2 | 20,2 | 13,0 | 13,0 | 100,0 | 2,8 | 7,2 | 42,1 | 32,4 |
| 20,0 | maximum catégorie | 2,1 | 8,4 | 8,0 | 29,7 | 12,4 | 74,0 | 121,1 | 29,9 | 58,4 | 38,4 | 26,9 | 40,5 | 36,1 | 30,1 | 16,6 | 100,0 | 3,3 | 10,5 | 44,9 | 100,0 |
| 20,0 | minimum catégorie | 0,7 | 7,5 | 7,1 | 3,4 | 0,0 | 32,0 | 0,0 | 16,0 | 33,5 | 14,9 | 13,8 | 10,2 | 8,9 | 1,3 | 8,5 | 100,0 | 1,4 | 5,5 | 39,6 | 1,5 |
| 5,0 | nb valeur catégorie | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |

| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Marnes 4514
Sols sur marnes /45 Horizons B/C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|--------|--------|------------------|----------|----------|-------|----------|-------------|---------|--------|-------------|---------|-----------|---|-------|--------------------|--------|----------|-------|
| | | MO% | pH_H2O | Ph KCL | Calcaire total % | Ca_actif | Fe mg/kg | IPC | Argile % | Limon TOT % | Lim fin | Limros | Sable TOT % | Sab fin | Sab_gros. | CEC Capacité d'Echange Cationique cmol/kg | S/T % | Taux de Saturation | K/CEC% | Mg/CEC % | CECfm |
| 83 | moyenne catégorie | 0,9 | 8,5 | 7,9 | 40,3 | 14,4 | 25,7 | 218,6 | 27,2 | 62,0 | 43,6 | 18,4 | 9,9 | 4,7 | 5,2 | 14,6 | 100,0 | 0,8 | 6,2 | 46,8 | 0,8 |
| 85,0 | maximum catégorie | 1,3 | 8,5 | 8,1 | 52,0 | 16,4 | 27,0 | 225,0 | 28,4 | 66,8 | 46,1 | 20,7 | 12,7 | 7,6 | 10,3 | 15,0 | 100,0 | 1,1 | 12,5 | 49,6 | 1,2 |
| 80,0 | minimum catégorie | 0,45 | 8,5 | 7,7 | 31,7 | 12,8 | 24,0 | 208,6 | 26,6 | 59,2 | 39,5 | 14,8 | 5,6 | 1,0 | 0,1 | 14,3 | 100,0 | 0,6 | 2,8 | 44,6 | 0,2 |
| 3 | nb valeur catégorie | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Tableau 35: Synthèse des analyses de sols issus de marne

On retient donc:

- Que leur teneur en calcaire actif est importante, avec très souvent des concentrations en amas. 4525
- Que leur litage les rend quasi imperméable d'un point de vue hydrologique, mais pas totalement d'un point de vue racinaire au moins quand la pente est modérée quand l'eau a le temps de pénétrer [4515]. Par contre dès que la pente s'accentue, les marnes brutes sont plus sèches et moins bien colonisées [4514]. En non culture, l'érosion est alors importante. Dès qu'il y a protection par des cailloux, l'altération est plus profonde et la frange colonisée par les racines est plus épaisse.
- Conséquence de cette érodabilité des parties hautes: dans les moindres concavités et en bas des pentes l'épaisseur du sol augmente très vite. [4516]
- Une grande hétérogénéité de comportement, strictement due au réservoir hydrique plus ou moins rempli (4514), puis assez bonne fertilité et comportement plus régulier dès que l'épaisseur de sol pénétrable et altéré dépasse 1m (4515 et surtout 4516) si le porte greffe est adapté au niveau de calcaire.

4.3. LES TERROIRS DES TERRASSES ALLUVIALES ANCIENNES [50-60]

*« Les galets chantent d'anciennes mélopies
qui enchantent d'après dieux oubliés
et les honorent... »*

F. Boulevain

Les terrasses anciennes à galets représentent environ les deux tiers de la zone délimitée, donc potentiellement viticole. Nous nous y attarderons bien volontiers, tant pour les producteurs, qui en connaissent bien les caractères, mais qui n'ont peut-être pas des parcelles sur tous les niveaux, que pour les visiteurs ou clients qui ne peuvent en percevoir la subtilité, masquée par les galets omniprésents.

Les « terroirs à galets » de Crozes-Hermitage permettent de comprendre l'importance de l'histoire des sols et de leurs horizons profonds: des sols des Chassis, à ceux des Balayers, puis ceux des plus hauts replats... on peut réellement lire l'action du temps sur un même matériau parental... (Chapitre 2-géologie des terrasses).

C'est un excellent outil pédagogique (à l'attention des consommateurs ou vulgarisateurs néophytes du rapport vin/sol) qui illustre comment l'action du temps et du climat sur une même roche-mère peut aboutir à des sols extrêmement différents. Et qui rappelle que plus un sol est évolué et/ou complexe, moins sa surface nous apporte d'informations sur son fonctionnement complet, surtout pour des plantes ligneuses pérennes à enracinement profond.

Ces sols ont fait l'objet de travaux poussés (en particulier Michel.Bornand - Thèse, publications) dont les principales conclusions et graphiques sont reproduits dans plusieurs ouvrages destinés à un plus large public que les austères pédologues (voir bibliographie).

LE MATERIAU PARENTAL: DES ALLUVIONS ANCIENNES

1. Alluvions de l'Isère et du Rhône.

Depuis 2 millions d'années, et à plusieurs reprises, les mêmes causes (érosion accélérée des différents massifs alpins durant des périodes glaciaires, puis transport des matériaux sur 100 à 400 km par les glaciers puis l'Isère ou le Rhône), ont produit les mêmes effets: étalement dans la vallée moyenne d'alluvions très épaisses, de même composition.

Attention ! Dans l'énumération qui suit, chaque point est important pour la compréhension des futurs sols. C'est leur combinaison qui permet l'unicité du système, et que l'on ne retrouve pas dans les autres alluvions des grands fleuves français, tous plus éloignés des montagnes, des glaciers, et de la méditerranée:

- Très large dominante d'éléments grossiers (E.G.) de taille supérieure à 2mm: 80 à 85% de graviers (2-20 mm), cailloux (20-50 mm) pierres et blocs (plus de 50 mm). Ils sont rarement bien triés et l'on trouve des blocs de plus de 50 cm voisinant avec des graviers de quelques millimètres. Ils sont très arrondis (galets). Quelques lentilles sableuses sans cailloux, rarement plus épaisses que 40-50 cm, ont cependant été rencontrées.
- Ces galets sont parfaitement variés: des dizaines de types de roches y sont représentés que l'on regroupera en siliceux (20 à 30%), cristallins (20%) et calcaires (50 à 60% du total des E.G.). Etant donnée la longueur du transport, les cailloux résiduels du cailloutis parental sont durs ou très durs.
- Le peu de terre fine (15% seulement de l'alluvion complète) est très sableuse: (Sables:70%, Limons:10-20%, Argile 1 à 5% seulement, illite essentiellement, peut-être plus de smectites (argiles gonflantes) dans les rivières locales issues des molasses miocènes).
- Ces sables sont surtout grossiers, composés essentiellement de quartz et feldspaths, un peu de micas, et 20 à 30% de sables calcaires. (voir les quelques analyses de l'horizon C de l'INRA)
- Lors du stade initial de dépôt, la nappe phréatique qui circule rapidement dans le cailloutis très perméable a formé des cristallisations calcaires sous les cailloux, si importantes qu'elles ont fini par cimentier les galets entre eux. Au fur et à mesure des pulsations de l'enfoncement de cette nappe, des niveaux plus ou moins continus et épais de cimentation se sont formés (c'est bien de la 'griffe' dont on parle déjà ici).

Mais qui dit cailloux « dur » ne dit pas « inaltérable »: chaque famille de galets est attaquée à son heure, car le milieu devient naturellement de plus en plus agressif dès qu'il perd son calcaire.

En remontant dans le temps (en montant dans les coteaux), on voit disparaître l'une après l'autre les trois grandes familles de galets: calcaires, cristallins puis certains siliceux, (ordres de grandeur valables sous nos climats tempérés bien sûr, et pour des graviers et cailloux déjà bien divisés, et en milieu très perméable):

- En 5000 à 15000 ans:

Les solubles (lentement certes) sont les galets de **calcaire** dur et de grès calcaire: en se dissolvant plus ou moins totalement, ils laissent **des vides**. En même temps ils **libèrent** les éléments qui étaient associés au carbonate de calcium, tels les argiles et les oxydes de fer (un calcaire dur contient de 5 à 25% d'insolubles, ce qui finit par faire une masse de matière non négligeable). On trouvera aussi des fantômes de galets de sables moyens après la fonte du ciment des grès calcaires.

A noter que la griffe initiale (zones de galets encroutés) est cimentée par du calcaire et se comporte un peu comme un niveau rocheux plus ou continu. Sous l'effet de l'acidification naturelle du sol, elle va, à son tour être dissoute, ‘mangée’ progressivement par le haut. **Globalement, les vides sont en partie conservés grâce à l'armature de galets siliceux qui empêche l'ensemble de s'effondrer sur lui-même.**

- En 12000 à 250000 ans

Les galets altérables plus lentement sont les **cristallins**: granites, gneiss, micaschistes. Ils sont constitués de grains visibles à l'œil nu qui sont des cristaux de minéraux: quartz, micas blancs ou noirs, feldspaths (une grande famille). Ils vont libérer du fer en abondance et leurs micas et feldspaths vont se **transformer** en argiles -voir le chapitre 4.1.1 - Il y a peu de perte de matière mais beaucoup de transformation. On note **déjà**, **dans les niveaux des Chassis aux sols les plus évolués**, une très nette altération des galets schisteux et même des cristallins les plus sombres (certains gneiss et granites). On a même remarqué au sein du cailloutis brut beige et encore calcaire, des gros blocs de granite clair très fragilisés, encore dans leur forme parfaite de galet, mais qui se réduisaient en sable à la main, ce qui est plus étonnant (fragilisation purement mécanique par le transport et l'humidité ?)

- 500 000 - à bien plus de 2 millions d'années

Les plus résistants vis à vis de l'altération sont enfin les galets **siliceux**: quartz, quartzites, silex, radiolarites rouges, jaspes noir. La silice est leur principal constituant. Elle est très peu soluble sous nos climats, mais on constate dans les très anciens niveaux, quand le milieu-sol devient très agressif, qu'ils peuvent à leur tour être fragilisés, débités en rondelles, puis en poudre pour se réduire à des fantômes de galets et des poches sableuses perdues dans l'argile. Les plus inaltérables restent les boules de quartzites. Elles ne représentent que quelques pourcents du cailloutis initial, mais se retrouvent comme seuls témoins en fin de courses, 2 millions d'années plus tard. Ce sont bien sûr les mêmes galets de quartzites que l'on retrouve sur les plus anciens et hauts niveaux de Chateauneuf du Pape, des coteaux d'Avignon, de Signargues ou des Costières).

On retient que le cailloutis parental, où l'on trouve un maximum de roches donc de minéraux différents (représentant toutes les Alpes en fait) va apporter une large gamme de cations abondants, entre autre: fer, magnésium, calcium, des silicates d'alumine, plus un peu de phosphore et d'argiles déjà contenues dans les calcaires.

Au stade initial le sol est basique sableux et calcaire, puis il va s'acidifier, s'argillifier et donc se transformer complètement en murissant.

Puis à partir de cette fraction initiale très variée, et de l'épaisseur parfois extraordinaire de chaque niveau d'alluvion (plus de 25m pour la terrasse Würm des Chassis, on constate à la fois une **perte de matière assez étonnante** mais aussi la formation de nouveaux minéraux qui n'existaient pas du tout au départ, en particulier de nouvelles **argiles**.

La perte de matière par dissolution a été chiffrée par M. Bornand: elle correspond dans ces matériaux à une perte d'épaisseur de plus de 20m pour les plus anciens niveaux, donc depuis le début de l'ère quaternaire (1,5-2 millions d'années). Par extrapolation on pourrait estimer déjà de 20 à 100 cm la perte d'épaisseur sur le niveau des Chassis.

Sous l'effet de la végétation et du climat de type méditerranéen combiné aux alternances de sécheresse et d'humidité, il y a formation d'argiles gonflantes: vermiculites en surface (par altération et ouverture des Illites), puis montmorillonites à un stade plus poussé d'évolution. Ces argiles ont une très bonne CEC, et jouent un rôle spectaculaire malgré leur faible présence par rapport à la masse du cailloutis. En profondeur, elles sont vivement colorées en rouge par les oxydes de fer qui leurs sont associés.

NB: Il suffit de très peu d'argile associée à de l'hématite pour colorer vivement la matrice sableuse car elle se dépose en minces films autour des sables. Un horizon bien rouge n'est pas forcément très argileux.

2. Des alluvions reprises à partir des dépôts fluvio-glaciaires déjà évolués des Chambarans

Ce cailloutis à une composante de galets siliceux nettement renforcée, par rapport aux calcaires et aux cristallins.

Un premier tri par le temps (fonte des calcaires et des cristallins altérable, ne laissant que les argiles à quartzites des Chambarans) avait déjà été fait avant le quaternaire sur les plus hauts replats (d'âge plio-villafranchien voire pliocène).

Lors de leur ravinement et leur transport par des petits cours d'eau locaux, il ne restait déjà plus que des quartzites quasi-inaltérables lorsque l'érosion a commencé à découper le plateau. Il n'y a que des quartzites dans les sols qui sont issus de ces reprises.

Ils sont localisés à l'extrême Est de l'appellation, donc du côté de Chanos-Curson. Les sols y connaissent une évolution plus poussée, mais il est difficile de le quantifier car il y a aussi moins de saupoudrages de lœss dans ce secteur de l'appellation (2 facteurs varient en même temps).

3. Des alluvions de la Veaunes et de la Bouterne

Elles semblent plus sableuses et moins rubéfiées, mais bien aussi caillouteuses que les alluvions rhodaniennes (plus de grès et calcaires molassiques en provenance de la région d'Hauterive). Les grands travaux de déviation de Chanos en ont découvert une épaisseur d'au moins 7 à 10m, au-dessus de la marne pliocène.

LES TEMPS

Le fait que les glaciers se soient 'arrêtés' avant Romans est d'une grande importance. Les sols ont pu vieillir sans être rabotés jusqu'à la roche dure par le monstrueux bulldozer de glace.

C'est l'érosion très active qui a ensuite permis le creusement des multiples vallons. On remarque que paradoxalement l'érosion a un rôle de rajeunissement des sols, utile quand ceux-ci sont trop anciens et trop dégradés (acidifiés, lessivés, colmatés) depuis des centaines de milliers d'années. Cette remarque correcte à cette échelle de temps, ne doit pas être sortie de son contexte.

LE CLIMAT: MEDITERRANEEN ATTENUE - VENTE

La région de Valence est la frontière nord de la zone méditerranéenne stricte.

Elle est moins arrosée mais presque aussi ventée que celle de Montélimar. (Le rétrécissement marqué du défilé rhodanien créant un effet d'accélération 'venturi'). On peut donc penser que l'augmentation de l'ETP qui en résulte n'est pas pour rien dans le maintien du caractère méditerranéen des sols (qui se confirme par les nombreux sites à plantes typiquement méditerranéennes). Un effet anti-cryptogamique est généralement associé à ce caractère 'venteux' sec.

Normalement on considère que la pluviométrie ne doit pas dépasser 500-700 mm pour que la fersiallitisation s'exprime. Mais comme le notent D.Baize ou JP.Legros, on peut observer l'horizon fersiallitique rouge sous des climats d'autant plus humides que le sol est filtrant et/ou carbonaté, deux conditions parfaitement réunies ici, qui plus est renforcées par le caractère très venté qui augmente l'ETP et les contrastes d'humidité.

Par le passé, au gré des modifications climatiques, la limite de formation des sols méditerranéens a été plus nordique; mais la couleur rouge des sols, très stable, a parfois été conservée: Bourgogne, Suisse, Charente)

LE PHENOMENE: LA 'FERSIALLITISATION'

Ce mot un peu barbare, nous parle de **fer, silice et d'aluminium**...ces trois éléments se combinent pour reformer des argiles gonflantes et des oxydes de fer.

« En climat chaud et à saisons sèches et humides alternant, le lessivage et le confinement alternent, les solutions du sol (eau chargées de minéraux), remontent à la surface en saison sèche, la matière organique est minéralisée rapidement et a peu d'action, des smectites (= montmorillonites) se forment, la silice reste sur place. Le sol contient l'association Fe, Si et Al, c'est le sol fersiallitique des pays tropicaux et méditerranéens. La concentration en sub-surface des oxydes de fer sous forme d'hématite qui produit le phénomène de rubéfaction ». **On doit noter une couleur de la page 5YR du code 'Munsell' de référence.**

Il est particulièrement intéressant agronomiquement de voir se former naturellement ces 'bonnes' argiles (gonflantes, stables, et à forte capacité de stockage), surtout dans un matériel initialement aussi squelettique. On va effectivement voir des plus récentes jusqu'aux aux plus anciennes des terrasses littéralement « naître » la fertilité des sols, puis celle-ci se dégrader (au sens pédologique du terme) lentement.

Les argiles sont présentes en très faible quantité dans les premiers stades d'évolution, puis elles envahissent très progressivement le sol ce qui en change considérablement le comportement.

4.3.1. LES BASSES TERRASSES ANCIENNES DU CONFLUENT RHÔNE ISÈRE - WÜRM

Le Würm est le plus récent (le plus bas) des niveaux alluviaux anciens. Il est nettement dégagé, par un talus continu de 10 à 15m, de la plaine alluviale actuelle, qui était encore exceptionnellement inondable avant les aménagements du Rhône.

Il serait bien lorsque l'on parle des produits des Chassis/Saviaux au sens large, d'éviter de dire « les vins de plaine », même par commodité. Insister plutôt sur les galets et sur l'idée de terrasse alluviale ancienne: « les vins de la terrasse à galets würmienne », serait plus adroit, plus précis et serait connoté très différemment chez les amateurs un peu avertis de géologie et de ‘vins de terroirs’.

Il s'étend, en plusieurs paliers on le verra, sur de vastes surfaces quasi planes comprises entre les altitudes de 120m à l'aval et 145m à l'amont.

Un autre talus de 10m le sépare de la terrasse Riss Fx, plus ancienne, qui s'allonge sur un replat discontinu au pied des coteaux de Mercurol à Curson (codes carte [61]). Pour cette raison elle est localement masquée par les atterrissements et colluvionnements des pentes. Vers Tain, cette terrasse ‘Riss’ est recouverte par des petits cônes torrentiels récents (code [67] et l'espace entre le coteau et la basse plaine rétrécit rapidement jusqu'à disparaître au pied des pentes de l'Hermitage.

Le niveau Würmien des Chassis est constitué, selon les communes, de deux ou trois paliers a,b et c/d, séparés par des talus de taille variable, plus hauts vers le Rhône (5 à 10m entre a et b), plus modestes vers l'Isère (2 à 3m entre a, b et c). Ces talus sont quasi-continus et bien repérables, juste ‘crevés’ au passage d'anciens chenaux de ruisseaux.

La carte géologique s'appuie sur ces grands talus pour distinguer:

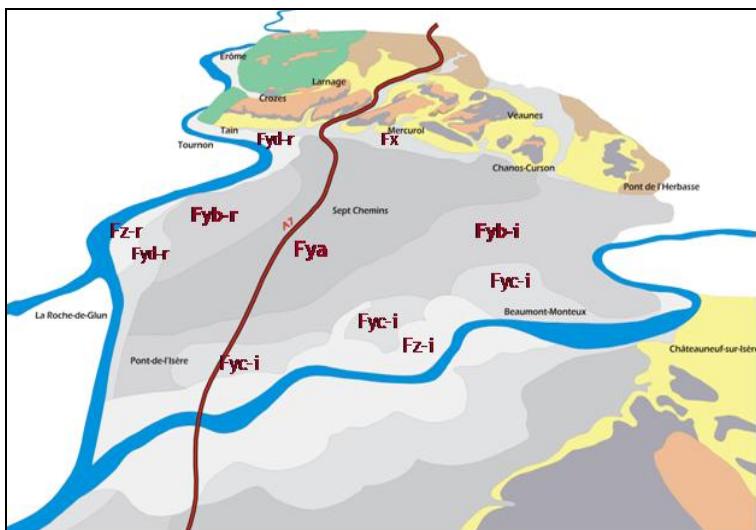


Figure 36: Les paliers de la basse terrasse Würm

(à refaire-muche Ajouter nom des rivières sur la carte ?

1. Les paliers hauts et moyens: Fya, Fyb: la Fyb est nettement Rhodanienne (Fyb-r sur la Roche de Glun), plus « iséroise » (Fyb-i). sur Beaumont et le sud de Pont d'Isère: codes carte [63]
2. Les bas paliers Fyc-i côté Isère (code carte [65]), et Fyd-r côté Rhône, s'observent encore 2 à 3m en contrebas des précédents. La Fyd ne porte pas de vigne d'appellation.

Sur chaque palier, de vastes zones parfaitement planes alternent avec des secteurs discrètement ondulés (de 0.50 à 1,50m d'amplitude). Ces ondulations se suivent parfois assez longtemps, et l'on peut suivre de larges chenaux ou gouttières, en particulier juste au pied des principaux talus de raccordement qu'elles longent en contrebas. Mais parfois elles n'ont ni début ni fin bien nets et sont délicates à cartographier. Nous avons cependant tenté de dessiner ce réseau, assez esthétique mais subtilement variable d'un bout à l'autre de l'ensemble des paliers Würm.

Mais si l'on excepte le plus bas et plus récent palier Fyd, lorsqu'on examine les profils les plus extrêmes rencontrés à une même altitude, les différences ne sont pas systématiques entre les paliers Fya, Fyb et même Fyc.

Par contre il existe des nuances très sensibles entre profils sur un même palier: certains profils sont calcaires et ne sont ni rouges ni argillifiés, d'autres sont très rouges et nettement argileux en profondeur (jusqu'à 22-25% d'argile). Mais ces variations sont plutôt associées aux ondulations décamétriques de la topographie qu'à l'âge présumé des deux ou trois niveaux pourtant bien distincts.

Ces ondulations ont plusieurs origines possibles, mais la plus évidente est l'héritage des structures des dépôts des fleuves: Vestiges de bourrelets de berges plus grossiers qui serpentaient il y a 30 à 15000 ans, entre des zones basses à alluvionnement plus fin.

Pour comprendre ces variations, on peut examiner une plaine alluviale actuelle de rivière rapide: des bourrelets qui forment des bosses allongées à éléments très grossiers, et des chenaux sinueux où l'eau circule plus lentement à la fin de chaque crue et peut alors déposer ses limons fins et argiles.



Photo 37: Une plaine alluviale récente, ici la Durance près des Méés (Photo: Christian Pinatel)

On peut également bien suivre sur la carte des sols le trajet des anciens ruisseaux descendus des coteaux qui ont un peu enrichi leur discret vallon, et se suivent de façon assez continue.

Les sols des pentes de raccordement même courtes sont très nettement moins évolués, que ceux des replats qui les encadrent et il existe toujours au pied de ces pentes une étroite bande de terrains nettement moins caillouteux et donc moins séchants. (Voir paragraphe 2 géologie)

1. Observations sur les profils des terrasses Würm

- Codes 6406- 6306 et 6506: Le stade le moins évolué
- Codes 6346a et 6546a: Stade fersiallitique très peu évolué
- Codes 6346b et 6546b: Stade fersiallitique peu évolué, peu approfondi
- Codes 6346 b' et 6546b': Stade fersiallitique peu évolué, approfondi
- Code 6346 c: Stade fersiallitique moyennement évolué
- Code 6346 d: Stade fersiallitique un peu colluvionnés, épaisse

La plus grande partie des profils appartient évidemment aux catégories 6346b et c, qui s'interpénètrent parfois à faible distance. **Code de la carte 6346 b-c**

6346 b-S ou 6346c-S: Codes de Profils à niveaux sableux sans cailloux

Dans quelques profils, on trouve d'épaisses lentilles de sables (roux ou gris ou les deux), sans cailloux intercalées dans le cailloutis brut (**On ne peut pas faire d'unités sur la carte pour ces lentilles indétectables**)

A. Codes 6406- 6306 et 6506, 6706, 6346a,: Les stades les moins évolués

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthèse | RU | RU_racine | Profondeur d' | Profondeur dernières racines |
|----------------------------|------------------------|---------------------|--|-------|-----------|---------------|------------------------------|
| BEAU034 | POULON | 6506 | Sol hypercaillouteux sableux calcaire d'alluvions anciennes de l'Isère peu évoluées - Cailloutis Sableux calcaire brut dès 40cm; | 46 | 49 | 190 | 140 |
| BEAU043 | CHAMP BERNARD | 6306 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) sablo-limoneux (non calcaire)- Cailloutis Sableux calcaire brut dès 50cm; | 49 | 49 | 190 | 190 |
| GLUN158 | LES HAUTS CHASSIS | 6346 a55 | Sol sablo-caillouteux, brun très faiblement évolué, très peu argilliifié, calcaire dès 55cm, Assez surprenant vu la position très plane (pas une bosse) et le niveau de terrasse Fya | 67 | 67 | 180 | 180 |
| PONT100 | LES PETITES BLACHES | 6346 a55 | Sol limono sableux Ls° brun très caillouteux peu différencié non calcaire (pH basique), sur cailloutis calcaire dès 55cm | 61 | 61 | 170 | 150 |
| PONT104 | BEAUSEJOUR | 6346 a70 | Sol très caillouteux (PEYROSOL)sl* sableux brun (très peu différencié) calcaire à partir de 70cm) | 60 | 60 | 170 | 170 |
| PONT107 | LES HAUTS DE CHARASSIS | 6346 a-b055 | Sol très caillouteux (PEYROSOL),sa* peu argilliifié, très peu épais (cailloutis calcaire dès 55cm) | 46 | 46 | 180 | 180 |
| TAIN026 | LE COLOMBIER | 6706 | Sol hypercaillouteux sableux à cailloutis de galets mixtes, terre fine calcaire, à tendance calcarique (indurations des cailloux par dépôts calcaires entre 80 et 100cm) | 44 | 44 | 200 | 200 |
| moyenne catégorie | | | | 53 mm | 54 mm | 183 cm | 173 cm |
| maximum catégorie | | | | 67 mm | 67 mm | 200 cm | 200 cm |
| minimum catégorie | | | | 44 mm | 44 mm | 170 cm | 140 cm |
| nb valeur catégorie | | | | 7 | 7 | 7 | 7 |

Figure 38: liste des profils de terrasse, peu évolués

a. 6406-6306-6506-6706 Trois critères pour reconnaître le stade non évolué

- La terre fine est calcaire (test à l'acide dilué) dès 40 cm de profondeur ou avant.
- Le cailloutis beige clair et brut apparaît dès 50 cm- certains galets de surface sont entourés d'une gangue de calcite blanche effervescente à l'acide
- L'horizon moyen n'est pas rouge et sa terre fine est à dominante sableuse grossière très nette, non ou peu argileux.

Sur toutes les pentes de raccordement entre les grands ou même petits paliers, on n'a pas de fersiallisation du tout: le sol est même parfois calcaire dès la surface, à matrice sableuse à sablo-argilo-limoneuse (à sables grossiers). La couleur reste dans les bruns gris, 10YR ou brun 7.5YR..), assez clair, les cailloux sont mixtes dès la surface, (il y a 10 à 20% de galets de calcaire dur) et certains siliceux et cristallins sont enrobés d'un film de calcaire beige. Dès 40 cm, (dès la surface parfois) la terre fine, sableuse grossière, est un peu calcaire (environ 20% de calcaire total). NB: Ce calcaire n'est pas actif (1-2%) car encore très grossier (taille de sables).

Les sols y sont hypercaillouteux ET très peu évolués (calcaires dès la surface, sans argillation ni rubéfaction (rougissement)).

En général la vigne trahit clairement ces passages, qui correspondent à des lanières beaucoup plus longues que larges ainsi qu'aux ruptures de pente. La faiblesse du réservoir hydrique ne permet pas de franchir sans stress des périodes de plus de 15-20 jours sans pluie. Seuls des apports de matière organique peuvent augmenter un peu le réservoir. Le masque intégral de cailloux est un mulch protecteur contre l'évaporation qui ne faut pas trop diluer par des travaux superficiels, qui n'ont d'ailleurs pas beaucoup d'intérêt.

Les Réservoirs, estimés par notre méthode rapide, jouent entre 45 et 65mm, les enracinements descendant presque toujours en fond de profils, mais sont rares et souvent grêles. Les pH sont neutres ou basiques et la CEC saturée ou quasi-saturée.

Nom Scientifique: PEYROSOL/REGOSOL sableux calcique sur cailloutis à galets mixte et PEYROSOL très faiblement fersiallitiques sur cailloutis à galets mixtes

Variantes: Calcaire dès la surface pour les plus minces d'entre eux (PEYROSOLS/REGOSOLS calcaires) mais c'est tout de même rare en dehors des courtes pentes.

b. **Code 6706:** On rattachera à ces sols les moins évolués, la petite terrasse de Colombiers à Tain, au débouché des ruisseaux de la Bouterne et de Torras, bien caractérisée par le profil Tain026.

c. **Code 6346a et 6546a: Stade fersiallitique très peu évolué**

Ce stade se rencontre sur les bosses et bourrelets à convexité marquée, de tous les paliers.

1. La terre fine n'est pas calcaire sur au moins 60-70 cm, il y a pas ou très peu de galets calcaires en surface.
2. On trouve le cailloutis calcaire beige brut vers 60-70 cm -
3. Un horizon brun rougeâtre intermédiaire est perceptible, sablo-argileux, mais du fait de sa faible épaisseur est souvent repris/mélangé avec l'horizon brun de surface par le travail du sol.

B. Codes 6346b et 6546b: Stade fersiallitique peu évolué, sur 75 à 100 cm

Ces sols sont en général localisés sur les replats discrètement convexes, mais nous en avons trouvé sur des plats parfaits, trahis par une moindre vigueur naturelle de la vigne. Trouvés sur les deux paliers principaux, peut-être un peu plus fréquent sur le palier bas isérois.

L'horizon sablo-argileux peut être assez net mais très peu épais, entre 40 et 70 cm de profondeur ou plus épais et moins net S(a) ; Sa proximité avec la surface fait qu'il peut être mélangé en partie à l'horizon de surface qui se trouve ainsi à peine alourdi (Sal-Sla) et plus rougeâtre. On trouve, dès 60-70 cm, quelques rares galets calcaires dissous ou en partie encroûtés de calcaire.

Le sol coloré rougeâtre, sans calcaire, atteint donc 75-80 cm avant de trouver le cailloutis beige, brut et calcaire.

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthèse | RU | RU_racine | Profondeur d'argile | Dernières racines |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---|--------|-----------|---------------------|-------------------|
| BEAU031 | GLEZOLLES | 6346 b075 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) un peu argillifié et rubéfié, brassé jusqu'à 60cm, sur cailloutis alluvial calcaire sableux (80-90% EG) dès 70cm | 51 | 54 | 170 | 150 |
| BEAU032 | GLEZOLLES | 6346 b090 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) un peu argillifié et rubéfié, de 45 à 90cm sur cailloutis alluvial calcaire sableux grossier (80-90% EG) dès 90cm | 77 | 77 | 190 | 190 |
| BEAU040 | CHASELLIERES | 6346 b080-s | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) très faiblement argillifié- Horizon rouge sablo-argileux limité de 45 à 70cm puis sables puis cailloutis à 90cm | 96 | 96 | 170 | 170 |
| BEAU041 | LES CROIX | 6346 b075 | Sol sableux caillouteux non calcaire très faiblement argillifié (orangé). Cailloutis calcaires dès 75cm | 80 | 80 | 170 | 170 |
| BEAU042 | GRANGE NEUVE | 6346 b095 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) un peu argillifié et rubéfié, de 55 à 75cm- Cailloutis calcaires à 95cm | 73 | 73 | 170 | 150 |
| BEAU051 | PICHÈRES ET BOURET | 6346 b090 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon sablo-argileux brun-rouge- cailloutis calcaire sableux grossier à 90cm | 79 | 79 | 170 | 170 |
| BEAU052 | MAUFRUIT | 6346 b095 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon sableux peu argileux brun-rouge- cailloutis calcaire sa- Cailloutis sableux calcaire à 100cm. | 44 | 44 | 180 | 180 |
| BEAU053 | BRUAS ET PLANTAS | 6346 b090 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon sableux peu argileux rouge- Cailloutis sableux grossier calcaire à 75-80cm | 59 | 59 | 180 | 180 |
| BEAU054 | GRANDS CHAMPS | 6346 b075 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon sableux peu argileux brun-rouge - Cailloutis sableux calcaire dès 75cm | 71 | 71 | 170 | 170 |
| GLUN093 | LES SEPT CHEMINS | 6346 b070s | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) Sa°, horizon très rouge SA à 40cm non calcaire puis cailloutis calcaire beige à 60cm | 97 | 102 | 185 | 180 |
| GLUN111 | COMBE CLOSE | 6346 b075 | Sol très caillouteux (PEYROSOL)S°, puis rouge et très faiblement argillifié, sur cailloutis calcaire à partir de 75-80 cm | 70 | 70 | 150 | 120 |
| MERC132 | CONFLANS-NORD | 6346 b080-s | Sol caillouteux S° puis très rouge mais pas très argileux Sa°, à horizon calcaire vers 80 cm, et lentilles sableuses pas trop caillouteuses en profondeur | 108 | 108 | 180 | 180 |
| MERC133 | LES CHASSIS-SUD | 6346 b075 | Sol caillouteux S° puis bien rouge mais pas très argileux Sa°, à horizon calcaire vers 65 cm, et lentilles sableuses sans cailloux localement en profondeur | 85 | 85 | 190 | 190 |
| MERC148 | LA GRANGE-EST | 6346 b075 | Sol très caillouteux, rubéfié mais faiblement argillifié, calcaire à partir de 75-80cm | 51 | 51 | 120 | 120 |
| MERC150 | GRAPIAT | 6346 b070 | Sol sablo-caillouteux à horizon argileux rouge entre 40 et 55cm seulement puis calcaire dès 70cm. Extrêmement caillouteux dès 50-60cm | 40 | 40 | 180 | 150 |
| MERC151 | LES CHASSIS-OUEST | 6346 b080 | Sol très caillouteux sablo-limoneux peu acide sur sablo-argileux rouge, un peu calcaire dès 65cm | 78 | 78 | 180 | 180 |
| MERC152 | LES CHASSIS-SUD | 6346 b090 | Sol sablo-argileux très caillouteux rougeâtre mais peu argillifié, sur cailloutis sableux calcaire à partir de 80cm | 87 | 87 | 190 | 190 |
| MERC153 | LES CHASSIS-SUD | 6346 b095 | Sol sableux très caillouteux rougeâtre mais très peu argillifié, sur cailloutis sableux calcaire à partir de 95 cm | 91 | 91 | 190 | 190 |
| MERC157 | LE SABOT | 6346 b080-s | Sol sablo-caillouteux, neutre, rougeâtre mais très peu argillifié, calcaire à partir de 80cm Ru pas trop faible (82mm) grâce au taux de galets un peu plus modéré que la moyenne. | 82 | 82 | 190 | 190 |
| PONT097 | LES HAUTES BLACHES | 6346 b070 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL)Sa°. Horizon rouge Sg((a))° à 50-60cm non calcaire puis cailloutis calcaire beige à 75cm, très creux et calcitisé. | 44 | 44 | 180 | 180 |
| PONT099 | LES PETITES BLACHES | 6346 b090 | Sol sablo-caillouteux SI° faiblement argillifié, calcaire à partir de 90cm | 72 | 72 | 190 | 180 |
| PONT101 | LE BOIS DE GAYE | 6346 b070 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL)Sa°, rouge entre 50 et 65cm, mais peu argileux Sa°, calcaire à partir de 70-75cm | 56 | 56 | 180 | 180 |
| PONT102 | LABATTE | 6346 b075 | Sol très caillouteux sablo-limoneux puis sablo argileux rouge, cailloutis calcaire vers 80cm | 76 | 76 | 190 | 190 |
| moyenne catégorie | | | | 72 mm | 73 mm | 177 cm | 172 cm |
| maximum catégorie | | | | 108 mm | 108 mm | 190 cm | 190 cm |
| minimum catégorie | | | | 40 mm | 40 mm | 120 cm | 120 cm |
| nb valeur catégorie | | | | 23 | 23 | 23 | 23 |

Tableau 39: Liste de profils de terrasse, peu évolués

GLUN093 et MERC132 qui approchent ou dépassent les 100 mm de réservoir, ont un épais niveau sans galets 6346 b080-S ce qui leur fait gagner 20 à 30 mm. Ils remontent notre moyenne qui sans eux serait plus proche de 65 mm.

Code 6346 b': Stade fersiallitique peu évolué, mais sur plus de 100 cm

L'épaisseur de sol bien coloré, plutôt rouge-orangé que rouge sombre, totalement décarbonaté (sans calcaire) est surprenante, 100 à 110 cm voire 120 à 150 cm dans le secteur des Saviaux, sans que la teneur en argile augmente nettement. Plutôt cartographié sur ce palier des Saviaux, mais quelques profils isolés ont été trouvés sur les paliers bas ‘isérois’ de Beaumont.

La tranche de sol superficielle, plus brune, un peu moins caillouteuse, est un parfois un peu plus épaisse, même sur des replats (60 à 70 cm). La transition surface/profondeur est très progressive et l'enracinement spectaculairement bien réparti. Il semble que le cailloutis et les sables beiges du fond soient moins calcaires, avec moins de cristallins sombres, mais nous n'avons pas fait de comptage.

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthese | RU | RU_racine | Profondeur d... | Dernières ra... |
|----------------------------|-------------------|---------------------|--|-------|-----------|-----------------|-----------------|
| BEAU033 | POULON | 6346 b'115 | Sol sableux (ARENOSOL) moyennement caillouteux, à horizon sablo argileux rouge (fersiallitique) sur alluvions anciennes Würm de l'Isère, à lits de sables. | 93 | 96 | 190 | 160 |
| BEAU037 | PICHERES | 6346 b'110 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) très faiblement argillifié sur cailloutis calcaire vers 110cm | 57 | 57 | 190 | 190 |
| GLUN112 | BOIRON | 6346 b'110 | Sol très caillouteux (PEYROSOL) SI°, puis rouge et un peu argillifié, sur cailloutis calcaire à partir de 110cm | 72 | 72 | 180 | 180 |
| GLUN115 | LES SAVIAUX | 6346 b'130 | Sol très caillouteux Sal°, puis rouge et un peu argillifié, mais assez profond : calcaire au-delà de 130cm.
Très bien enraciné | 87 | 87 | 170 | 170 |
| GLUN116 | LES SAVIAUX | 6346 b'100 | Sol très caillouteux (PEYROSOL) Sableux S°, puis rouge mais peu argileux: calcaire au-delà de 100cm.
Très bien enraciné | 59 | 59 | 190 | 190 |
| GLUN117 | LES SAVIAUX | 6346 b'130 | Sol caillouteux Sal°, puis rouge et un peu argillifié, mais assez profond : calcaire au-delà de 130cm.
Très bien enraciné | 61 | 61 | 200 | 150 |
| GLUN118 | LES SAVIAUX | 6346 b'100 | Sol très caillouteux (PEYROSOL) SI°, puis SA/AS° bien rouge moyennement profond: calcaire au-delà de 100cm. | 65 | 65 | 170 | 170 |
| GLUN119 | LES SAVIAUX | 6346 b'110 | Sol caillouteux Sal°, puis rouge et un peu argillifié, mais assez profond : calcaire au-delà de 110cm. | 52 | 52 | 190 | 150 |
| GLUN122 | LES SAVIAUX | 6346 b'150 | Sol très caillouteux (Peyrosol) SI° nettement rubéfié, peu argillifié, mais assez profond: calcaire au-delà de 150cm. | 78 | 78 | 210 | 180 |
| MERC146 | SERRE BORDERE | 6346 b'115-s | Sol caillouteux sablo-limoneux acide, sur sable argileux rouge, puis sable gris peu calcaire à 115cm puis cailloutis calcaire encrouté à partir de 140cm. | 68 | 68 | 200 | 200 |
| MERC149 | LA GRANGE-OUEST | 6346 b'135 | Sol sableux assez acide, très caillouteux faiblement fersiallitique mais assez profond : le calcaire est au-delà de 130cm.
Très bien enraciné | 68 | 68 | 200 | 160 |
| MERC154 | LES CHASSIS-OUEST | 6346 b'135 | Sol sableux très caillouteux rougeâtre mais très peu argillifié, sur cailloutis sableux calcaire à partir de 110-130 cm- nettement acide pH5,5 | 68 | 68 | 180 | 160 |
| moyenne catégorie | | | | 69 mm | 69 mm | 189 cm | 172 cm |
| maximum catégorie | | | | 93 mm | 96 mm | 210 cm | 200 cm |
| minimum catégorie | | | | 52 mm | 52 mm | 170 cm | 150 cm |
| nb valeur catégorie | | | | 12 | 12 | 12 | 12 |

Tableau 40: Liste des profils de terrasse, peu évolués, assez profonds

Le réservoir est du même ordre que 6346b, selon nos estimations, mais probablement un peu mieux réparti vers le bas, et les enracinements sont souvent plus foisonnantes, en partie basse (90-120 cm) du profil.

Les pH sont acides ou neutres et la CEC quasi-saturée (85% en moyenne).

Quelques remarques sur le niveau très changeant des Cloziaux 6505/6546

Un décrochement très marqué de 5 à 6m dessine un bas palier à 132m: une terrasse notée Fyc sur la carte géologique juste autour de la cave des Clairmonts, qui ne concerne que B33 et B34 parmi nos profils.

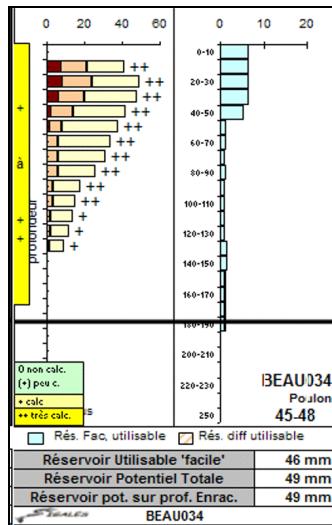


Figure 41: Profil hydrique de sol très peu évolué à Beaumont

Si B34 est effectivement très creux et sableux grossier, il n'est pas fersiallitique (ni rouge ni argileux) et il est calcaire dès la surface. En conséquence son réservoir est extrêmement réduit. (6506)

Mais B33 est déjà faiblement fersiallitique, et décarbonaté sur 115cm. Il présente un horizon sableux sans cailloux qui en remonte le réservoir de 20-30 mm. Il est donc un peu similaire à ceux trouvés vers la zone Fyb-ouest autour des Saviaux: bien décarbonaté, bien rubéfié mais pas très argillié. (6546 b')

Les changements entre ces deux types semblent très rapides sur ce petit palier (voir la carte).

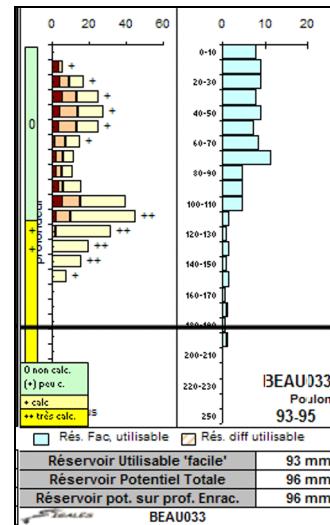


Figure 42: Profil hydrique de sol un peu évolué à Beaumont

Enfin une gouttière de 20 à 40m de large, aux sols plus fins et moins caillouteux s'allonge sous le talus de raccordement avec le niveau supérieur (lanière de 9746, dessinée sur la carte).

C. Code 6346 c: Stade fersiallitique moyennement évolué.

Localisés sur les plateaux réguliers ou très légèrement concaves.

Les horizons sont un peu mieux différenciés, et bien reconnaissables (couleur 5YR4-6 à 2.5YR, argile 15 à 25%, pH parfois un peu acide (mais en zone cultivée ce critère n'est plus fiable et pas cartographiable).

Les cailloux, tous siliceux à patine rouge clair en surface, sont luisants quand le sol est un peu humide, avec des cristallins très altérés dans l'horizon médian rouge FS).

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthèse | RU | RU_racine | profondeur d | dernières racines |
|----------------------------|--------------------|---------------------|---|--------|-----------|--------------|-------------------|
| BEAU039 | CHAMP BERNARD | 6346 c075 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon Als rouge net dès 40cm, mais pas au-delà de 75cm. | 64 | 64 | 170 | 170 |
| BEAU047 | CROS DE MOURIER | 6346 c87 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL)sablo-argileux puis rouge argilo-sableux , cailloutis sableux calcaire très creux et calcitisé à partir de 75-100cm (variable ondulant, très creux entre 100 et 130cm) | 58 | 58 | 180 | 180 |
| GLUN091 | LES SEPT CHEMINS | 6346 c080 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL)Sal°, à horizon bien rouge SA/AS non calcaire puis cailloutis calcaire beige à 80cm | 76 | 76 | 180 | 180 |
| GLUN113 | JALET | 6346 c080 | Sol très caillouteux (PEYROSOL) Sal/As°, puis argilo sableux rouge sur cailloutis calcaire à partir de 80cm) | 74 | 74 | 165 | 165 |
| GLUN120 | LES FLOURIS | 6346 c075-100 | Sol très caillouteux Sa°, puis AS/As° rouge, sur cailloutis calcaire dès 75cm. | 76 | 76 | 190 | 130 |
| GLUN159 | LES HAUTS CHASSIS | 6346 c080 | Sol sablo argileux, neutre, puis argilo sableux rougeatre, très caillouteux, bien différencié mais très caillouteux et calcaire dès 80cm - la RU reste sous 90mm | 87 | 87 | 200 | 200 |
| MERC131 | CONFLANS-NORD | 6346 c080 | Sol caillouteux , pas très rouge, assez argileux dès la surface, sur cailloutis calcaire dès 80cm | 77 | 77 | 190 | 180 |
| MERC134 | LES CHASSIS-EST | 6346 c070-L | Sol fersiallitique (sabro argileux puis argilo sableux rouge, calcaire vers 70cm, sur cailloutis à matrice assez limono-sableuse; | 110 | 110 | 180 | 180 |
| MERC137 | LES BRIODUS | 6346 c070-s | Sol sableux puis argilo-sableux rougeatre, mais assez mince. Niveaux de sables sans cailloux ce qui remonte la RU de 25-35mm environ | 98 | 98 | 180 | 160 |
| PONT094 | LES HAUTES BLACHES | 6346 c070 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) Sa°, Horizon rouge AS à 50-60cm non calcaire puis S((a)) (+) orangé puis cailloutis calcaire beige à 110 cm | 64 | 64 | 190 | 190 |
| PONT096 | LES CHENES VERTS | 6346 c065s | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) Sa°. Horizon rouge Arg à 45cm non calcaire puis sable très peu calcaire °/+ puis cailloutis calcaire beige vers 100 cm | 97 | 97 | 190 | 190 |
| PONT098 | LES FLEURIS | 6346 c075 | Sol caillouteux Ls° faiblement argillifié et très rouge en profondeur, pH neutre, cailloutis brut beige et calcaire à 70-80cm | 93 | 93 | 180 | 160 |
| PONT108 | LES PAUTUS | 6346 c080 | Sol très caillouteux (PEYROSOL) Las°, puis argilo sableux rouge sur cailloutis peu calcaire dès 80cm, puis brut vers 105cm | 76 | 79 | 150 | 150 |
| PONT109 | LE BERTRAND | 6346 c070-100 | Sol très caillouteux LAS° puis AS rouge, peu calcaire Sg à 70cm, cailloutis brut vers 100cm) | 75 | 75 | 170 | 170 |
| moyenne catégorie | | | | 80 mm | 81 mm | 180 cm | 172 cm |
| maximum catégorie | | | | 110 mm | 110 mm | 200 cm | 200 cm |
| minimum catégorie | | | | 58 mm | 58 mm | 150 cm | 130 cm |
| nb valeur catégorie | | | | 14 | 14 | 14 | 14 |

Tableau 43: Liste de profils de terrasse, assez évolués, peu épais

L'horizon rouge bien coloré, argilo-sableux, sans calcaire descend jusqu'à 90-110 cm, mais sensiblement moins dans une partie des profils (lire le dernier chiffre de la troisième colonne du tableau). Cette petite différence peut se ressentir nettement certains millésimes.

a. Stade 6346 c, à horizon rouge bien argillifié mais peu épais.

L'enracinement reste dans l'horizon rouge, et a du mal à descendre dans le cailloutis beaucoup plus sec. Ce manque de profondeur de l'appareil racinaire tamponne sûrement moins bien les variations de pluviométries estivales.

Les pH sont un peu plus acides (6.6) et les CEC un peu plus désaturées (75%) en moyenne.

b. Stades 6346 c, à horizon rouge plus épais et bien argillifié:

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthese | RU | RU_racines | profondeur d'argile | ternières radicaires |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---|--------|------------|---------------------|----------------------|
| BEAU035 | FAYOLLES | 6346 c110 | Sol très caillouteux sableux à horizon argilo-sableux rouge, cailloutis calcaire vers 110cm | 106 | 106 | 210 | 180 |
| BEAU038 | CHAMP BERNARD | 6346 c110 | Sol très caillouteux sablo-argileux à horizon argilo-sableux rouge net un peu enfoui de 80 à 110cm sur alluvions anciennes de l'Isère- Würm | 78 | 78 | 200 | 160 |
| BEAU044 | CHAMP BERNARD | 6346 c115 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) sablo-limoneux à horizon argilo-sableux rouge net un peu enfoui de 80 à 115cm sur alluvions anciennes de l'Isère- Würm | 88 | 88 | 175 | 175 |
| BEAU045 | CLERMONS | 6346 c120 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) Lsa, à horizon argilo-sableux rouge net de 50 à 100cm , cailloutis calcaire à 120cm | 77 | 77 | 170 | 170 |
| BEAU046 | CROS DE MOURIER | 6346 c120 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) très sableux, peu caillouteux en surface sur horizon très caillouteux argilo-sableux rouge net de 50 à 120cm sur alluvions anciennes de l'Isère- Würm | 91 | 91 | 180 | 180 |
| BEAU049 | BRUYERES | 6346 b-c110 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon sablo-argileux rouge peu argillifié-Cailloutis Sableux calcaire à 110cm | 80 | 80 | 175 | 175 |
| BEAU050 | CHASSELVIN | 6346 c105 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon argilo-sableux AS/SA rouge. Cailloutis sableux calcaire à 90-120cm | 71 | 71 | 200 | 190 |
| BEAU055 | CHASELLIERES | 6346 c090 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon sablo-argileux rouge-Cailloutis sableux calcaire à 90cm | 68 | 68 | 170 | 170 |
| CHAN138 | CHAMP RATIER | 6346 c105 | Sol rouge fersiallitique caillouteux encore bien argileux et rouge entre 65 et 100cm, calcaire à partir de 100-110cm- neutre (chaud?) | 120 | 120 | 190 | 190 |
| CHAN139 | LES CLOTS | 6346 c105 | Sol sablo-limoneux peu acide puis argilo-sableux très rouge très caillouteux, un peu calcaire dès 75cm, calcaire au-delà de 100 cm | 94 | 94 | 210 | 210 |
| CHAN140 | CHAMP RATIER | 6346 c095 | Sol sablo-limono-argileux peu acide puis argilo-sableux rouge très caillouteux, calcaire au-delà de 95cm | 87 | 87 | 200 | 200 |
| CHAN141 | GRAND CAIRE | 6346 b-d110 | Sol limono sableux puis sablo argileux rouge, bien encriné, progressivement très caillouteux vers le fond, cailloutis calcaire à 110cm | 106 | 106 | 180 | 180 |
| CHAN142 | GRANDES TERRES | 6346 c095 | Sol limono-sableux, nettement acide, caillouteux à horizon argilo-sableux rouge, sur cailloutis calcaire brut à 110cm (transition progressive entre 80 et 110cm) | 111 | 111 | 190 | 190 |
| GLUN114 | LA RAGE | 6346 c100s | Sol caillouteux S(al) ⁺ , puis rouge et un peu argillifié, sur cailloutis calcaire à grosses lentilles sableuses | 83 | 85 | 170 | 120 |
| GLUN121 | LES FLOURIS | 6346 c090 | (sable calcaire rougeâtre à partir de 90cm, brut beige au-delà de 120cm) | 75 | 75 | 190 | 150 |
| MERC135 | LES MARELLES | 6346 c115 | Sol sableux puis argilo sableux rouge très caillouteux à partir de 60cm, nettement calcaire à partir de 110cm | 95 | 95 | 190 | 190 |
| MERC136 | LES CHASSIS-EST | 6346 c110 | Sol fersiallitique assez profond (rouge argileux en profondeur) caillouteux ,un peu calcaire à partir de 95cm, cailloutis brut à 110cm | 96 | 96 | 190 | 180 |
| PONT095 | LES GRANDES BLACHES | 6346 c090 | Sol très caillouteux (PEYROSOL)SI ⁺ . Horizon rouge Asg à 65cm non calcaire puis cailloutis calcaire beige à 90cm | 78 | 78 | 200 | 180 |
| PONT105 | LES CHAUDS | 6346 c090 | Sol très caillouteux sablo-limoneux SI ⁺ puis sablo argileux rouge, cailloutis calcaire vers 90cm | 82 | 82 | 170 | 170 |
| moyenne catégorie | | | | 89 mm | 89 mm | 187 cm | 177 cm |
| maximum catégorie | | | | 120 mm | 120 mm | 210 cm | 210 cm |
| minimum catégorie | | | | 68 mm | 68 mm | 170 cm | 120 cm |
| nb valeur catégorie | | | | 19 | 19 | 19 | 19 |

Tableau 44: liste des profils de terrasses, plus évolués et assez épais

On remarque souvent, sous l'horizon rouge, un horizon de transition non ou peu calcaire avec le cailloutis beige très calcaire. Il est encore brun rouge, parfois plus sombre qu'au-dessous, mais nettement plus sableux, à peine enrobé d'argile et très creux et aéré. On y trouve des éléments caillouteux calcaires très blancs en partie dissous. Les racines y sont souvent foisonnantes ce qui peut expliquer la couleur plus sombre. Elles se divisent intensément, comme si elles savaient qu'au-dessous, il n'y a plus grand-chose à attendre de la part du cailloutis brut. Ce niveau correspond à la zone de dissolution des galets calcaires, pas encore remplacés par l'argile.

D. Stade 6346 d: Stade fersiallitique un peu colluvionnés, épaisse

Horizon rouge plus épais, bien argillifié, situation de concavités, bas de pentes, chenaux en lanières

Enfin, dans tous les creux même légers, les chenaux et au pied des grands talus, l'épaisseur de sol atteint ou dépasse 120 cm, l'horizon moyen est bien rouge (5YR à 2.5YR 4/6) et bien argileux (As, 20 à 25% et même localement 40% d'argile).

Les cailloux de surface et de profondeur sont tous siliceux ou cristallins, les cristallins sont nettement altérés en profondeur. Un peu de colluvionnement en surface peut épaisser l'horizon brun de surface de limons sableux, qui est en général moins caillouteux (20-30%).

De ce fait, l'horizon rouge est plus enfoui, et pas mélangé à la surface par les travaux. Le contraste de texture surface/profondeur est plus net. La fragilité de l'horizon de surface sablo-limoneux, un peu acide naturellement, le rend sensible à la battance et au tassement. Il est donc fréquent que le désherbage favorise la compaction et la fermeture de la porosité.

Ceci, associé à la position en légère dépression relative peut expliquer la formation de flaques temporaires, ce qui favorise encore la sensibilité au tassement si on ne laisse pas les sols se ressuyer quelques jours de plus que les autres. Le phénomène s'auto-entretient tant qu'on ne change pas les façons culturelles (travail du sol et enherbement partiel/raisonné, après griffage profond ou rippage de 'restauration', sans retournement).

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthese | RU | RU_racine | fondeur d | dernières racines |
|-----------|------------------------|---------------------|--|--------------------------|-----------|-----------|-------------------|
| BEAU036 | PICHÈRES | 6346 d125 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) à horizon argileux rouge très net sur cailloutis calcaire vers 110cm (Sol ancienement compacté en surface) | 90 | 90 | 180 | 180 |
| CHAN141 | GRAND CAIRE | 6346 b-d110 | Sol limono sableux puis sablo argileux rouge, bien enraciné, progressivement très caillouteux vers le fond, cailloutis calcaire à 110cm | 106 | 106 | 180 | 180 |
| MERC156 | LES CHASSIS-NORD | 6346 d155-9746 | Sol limono argileux dès la surface, caillouteux, puis argilo-limoneux brun rouge,très approfondi: calcaire seulement au-delà de 155cm | 186 | 199 | 180 | 180 |
| GLUN092 | LES SEPT CHEMINS | 6346 d110 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL)SI°, à horizon très rouge Argilosableux à 50-60cm non calcaire puis cailloutis calcaire beige à 110cm | 99 | 99 | 190 | 170 |
| PONT103 | LABATTE | 6346 d110 | Sol très caillouteux (PEYROSOL)SI°, puis rouge et argilo-sableux AS°, puis cailloutis calcaire à 110cm | 102 | 102 | 200 | 170 |
| PONT106 | LES HAUTS DE CHARASSIS | 6346 d110 | Sol très caillouteux sableux, à horizon argilo-sableux rouge assez profond, sur cailloutis calcaire au-delà de 110cm | 97 | 97 | 190 | 180 |
| PONT110 | LE BERTRAND | 6346 d090 | Sol limono argileux moyennement caillouteux puis argilo-sableux rouge, progressivement calcaire à partir de 90cm | 124 | 124 | 165 | 165 |
| | | | | | | | |
| | | | | moyenne catégorie | 115 mm | 117 mm | 184 cm |
| | | | | maximum catégorie | 186 mm | 199 mm | 200 cm |
| | | | | minimum catégorie | 90 mm | 90 mm | 165 cm |
| | | | | nb valeur catégorie | 7 | 7 | 7 |

Tableau 45: Liste des profils de terrasses, évolués épaisse

Pour être juste, le profil MERC156, franchement colluvionné, fait nettement monter la moyenne qui sans lui resterait autour de 110 mm. Il est représentatif des plus larges et approfondis de ces 'chenaux fantômes'.

2. Synthèse sur les profils de la basse terrasse à galets

On est donc passé, pour les réservoirs hydriques, de moyennes de 55mm à 120 mm en structurant un peu les observations. C'est donc tout à fait significatif en moyenne ...et très important pour gérer les charges et les enherbements, mais reste plus que difficile à cartographier au niveau parcellaire.

On retiendra que pour distinguer les stades b, b', c et d il est nécessaire de creuser au-delà de 90 cm.

Si...

- ✓ la couleur rougeâtre persiste,
- ✓ -on trouve de petits agrégats et revêtements argileux autour des grains de sable et des cailloux, (une fois humidifié et pétri on sent très bien la différence entre un sable enrobé et un sable ‘propre’ ou un agrégat entièrement argileux),
- ✓ -il n'y a pas encore d'effervescence de la terre fine (à l'acide chlorhydrique dilué de 5),
- ✓ -les galets calcaires sont encore très rares, blancs et comme digérés par la terre rouge,



Photo 46: galets calcaires en voie de digestion

...alors on se situe dans des secteurs un peu plus confortables au point de vue hydrique. Dans ce cas, si la vigne présente des difficultés de végétation très accentuées, il s'agit très probablement de phénomènes de compaction ou de semelle, créés dans l'horizon de sub-surface qui reste structurellement fragile (pH pouvant être acide, peu d'argiles et peu de matière organique) malgré la protection des galets.

Attention ! La notion de réservoir ‘plus confortable’ est très relative, puisque les bornes extrêmes trouvées dans nos profils sont 40 et 120 mm (soit très faible à juste moyenne sous ce climat), si l'on reste à l'extérieur des discrets chenaux en lanières. Cela reste très perceptible dans le comportement de la plante, puisque c'est du simple au triple que le réservoir peut varier à faible distance.

On peut aussi ajouter que des limites brutales sont plus défavorables pour la progression des enracinements que les passages progressifs: si un horizon bien argillié surmonte directement l'horizon sableux brut, la plupart des racines vont « rester » dans l'horizon argileux sans s'aventurer plus bas. Le maximum atteint est le même mais avec une densité différente.

On peut vérifier la densité de l'enracinement, qui doit être très divisé et occuper tout l'espace dans les horizons rouges et s'aventurer encore au-delà dans le cailloutis clair et sableux.

Mais on doit aussi:

- Estimer la quantité de galets: entre 50 et 90% de charge grossière, cela fait varier le réservoir d'un facteur 4. C'est surtout important de bien le faire dans les horizons argileux: on peut ainsi passer d'un sous-réservoir de 20 à 50 mm uniquement en fonction de la proportion de cailloux, alors que dans les horizons sableux grossiers on ne passera guère que de 5 à 15mm, même si le taux de cailloux diminue sensiblement.

- Repérer les horizons creux (sans terre fine), qui risquent de bloquer les remontées capillaires. Ces niveaux sont, ou ont été, le lieu de circulations d'eau rapides avec des dépôts de calcite en tapissage de cristaux blancs sous les cailloux. En général les racines passent ces zones creuses quand elles ne sont pas trop épaisses (30-40 cm).

- repérer les lentilles non caillouteuses: 30 cm d'horizon sableux pas trop grossier (grains de 0.05 à 0.2mm par exemple) sans galets (nous en avons rencontré dans 3 situations sur 25 profils), permet de stocker environ 25-30 mm d'eau de mieux.

Remarques: Les zones exclues de l'Appellation (rappel des données 1967)

Les vastes plages au nord des Chassis exclues de l'Appellation correspondent effectivement à des sols très différents: la terrasse basse de l'Isère est bien présente en profondeur mais elle est largement recouverte de limons apportés par les ruisseaux ou de colluvions fines de pieds des coteaux: les sols sont brun-olive, peu calcaires, argilo-limoneux voire très argileux, non caillouteux sur plus de 120 cm, donc à gros réservoir hydrique (plus de 250 mm). Il existe même parfois des horizons noirs très argileux qui témoignent d'anciennes zones marécageuses, même si tout est aujourd'hui drainé. Le cailloutis n'apparaît qu'à 140 cm dans les profils INRA03, 16, 11. Le profil INRA09 en toute bordure de l'appellation est déjà nettement plus sableux et ne devient très caillouteux puis rouge et sablo-argileux qu'à partir de 70-90 cm.

LES SOLS DES CHASSIS : CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES SUR 111 ECHANTILLONS
une variabilité indéniable aussi bien 'horizontalement' que 'verticalement'

| | | Tous les profils de la terrasse Würm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------------|--------|--------|----------------|------------|----------|------|---------|-------------|----------|------------|-------------|-----------|------------|---|---|----------------------|----------------|----------|--------|--------|------|--|
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses 6346 Horizons A (refus 30 à 50%) | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 19 moyenne catégorie | 1,28 | 6,7 | 5,7 | 0,3 | 0,0 | 92,9 | 14,2 | 24,0 | 14,4 | 9,5 | 60,9 | 13,1 | 47,7 | 7,6 | 82 | 4,6 | 10,1 | 35,7 | 12,9 | 175,5 | | | | |
| 22,5 maximum catégorie | 3,6 | 8,3 | 7,5 | 3,0 | 0,0 | 199,0 | 26,5 | 40,4 | 28,0 | 14,5 | 72,5 | 22,1 | 62,7 | 15,8 | 100 | 9,1 | 19,1 | 51,3 | 36,9 | 692,0 | | | | |
| 7,5 minimum catégorie | 0,4 | 4,7 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 44,0 | 8,5 | 15,0 | 6,3 | 6,2 | 45,6 | 6,8 | 30,4 | 4,8 | 34 | 1,2 | 2,6 | 12,1 | 1,6 | 12,0 | | | | |
| 55 nb valeur catégorie | 55 | 55 | 47 | 55 | 55 | 51 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 53 | 53 | 53 | 47 | 50 | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses 6346 Horizons B (refus 40 à 70%) | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 68 moyenne catégorie | 0,44 | 6,7 | 5,6 | 0,3 | 0,0 | 61,4 | 20,4 | 17,9 | 11,1 | 6,8 | 61,3 | 8,7 | 52,5 | 10,9 | 82 | 4,6 | 10,1 | 35,7 | 12,9 | 175,5 | | | | |
| 115,0 maximum catégorie | 1,2 | 8,5 | 7,5 | 2,4 | 0,0 | 156,0 | 44,4 | 27,8 | 17,7 | 10,7 | 81,3 | 17,1 | 79,1 | 21,3 | 100 | 6,5 | 15,6 | 71,2 | 21,6 | 186,0 | | | | |
| 37,5 minimum catégorie | 0,1 | 4,9 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 41,0 | 6,8 | 5,6 | 0,0 | 1,7 | 34,1 | 1,3 | 30,7 | 54 | 0,4 | 1,9 | 30,9 | 0,7 | 6,0 | | | | | |
| 49 nb valeur catégorie | 47 | 49 | 41 | 49 | 49 | 43 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 48 | 48 | 48 | 48 | 41 | 41 | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses 6346 matériau parental (refus 70% à 90%) | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 102 moyenne catégorie | 0,09 | 7,9 | 15,1 | 0,6 | 0,0 | 56,5 | 9,0 | 10,4 | 5,3 | 5,1 | 80,9 | 18,6 | 62,3 | 8,0 | 100 | 0,8 | 5,9 | 92,7 | pas de données | | | | | |
| 135,0 maximum catégorie | 0,1 | 8,5 | 28,0 | 2,0 | 69,0 | 28,2 | 15,4 | 10,4 | 8,6 | 92,5 | 87,0 | 87,5 | 17,0 | 100 | 1,0 | 20,0 | 135,0 | 0 | 0 | | | | | |
| 85,0 minimum catégorie | 0,1 | 6,6 | 0,0 | 0,0 | 44,0 | 1,5 | 4,5 | 3,0 | 6,0 | 3,0 | 62,0 | 3,0 | 5,5 | 2,5 | 100 | 0,4 | 1,9 | 70,0 | 0 | 0 | | | | |
| 7 nb valeur catégorie | 5 | 7 | 7 | 2 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 4 | 0 | 0 | | | | | |
| Profils non évolués des petites pentes et des bosses de la terrasse Würm 6306-6406 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses non évolués 6306 Horizons A | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 20 moyenne catégorie | 1,30 | 7,6 | 7,0 | 3,9 | 0,0 | 56,7 | 12,3 | 22,5 | 11,8 | 10,6 | 63,9 | 10,0 | 53,9 | 7,4 | 100 | 4,2 | 6,6 | 40,1 | 8,9 | 414,0 | | | | |
| 20,0 maximum catégorie | 1,6 | 8,2 | 7,6 | 8,8 | 0,0 | 66,6 | 17,8 | 28,8 | 16,8 | 12,0 | 72,8 | 14,3 | 67,7 | 9,0 | 100 | 4,7 | 7,6 | 42,2 | 11,3 | 688,0 | | | | |
| 20,0 minimum catégorie | 1,3 | 7,3 | 6,4 | 0,5 | 0,0 | 54,0 | 10,9 | 20,8 | 9,8 | 11,0 | 52,2 | 10,5 | 37,9 | 7,7 | 100 | 4,1 | 5,3 | 36,0 | 7,5 | 227,0 | | | | |
| 3 nb valeur catégorie | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | |
| Profils peu évolués ou peu argillifiés de la terrasse Würm: 6346 b et b' | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses peu évolués 6346b Horizons A | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 20 moyenne catégorie | 0,92 | 6,9 | 5,9 | 0,4 | 0,0 | 95,4 | 13,4 | 23,8 | 14,3 | 9,5 | 62,0 | 13,6 | 48,4 | 7,0 | 85 | 4,9 | 10,0 | 38,9 | 12,5 | 191,8 | | | | |
| 20,0 maximum catégorie | 1,6 | 8,3 | 7,5 | 1,5 | 0,0 | 199,0 | 17,3 | 25,1 | 18,7 | 11,7 | 72,5 | 22,1 | 56,8 | 10,6 | 100 | 9,1 | 51,3 | 36,6 | 692,0 | | | | | |
| 17,5 minimum catégorie | 0,4 | 5,4 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 44,0 | 8,5 | 18,5 | 10,6 | 6,6 | 52,2 | 9,7 | 35,8 | 4,8 | 34 | 1,2 | 2,6 | 30,6 | 1,6 | 13,0 | | | | |
| 24 nb valeur catégorie | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses peu évolués 6346b Horizons B | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 68 moyenne catégorie | 0,40 | 6,8 | 5,7 | 0,4 | 0,0 | 57,2 | 15,1 | 17,4 | 10,8 | 6,6 | 67,1 | 8,6 | 58,4 | 7,5 | 89 | 2,9 | 9,6 | 44,6 | 2,8 | 57,2 | | | | |
| 115,0 maximum catégorie | 1,1 | 8,5 | 7,5 | 2,4 | 0,0 | 93,0 | 21,6 | 25,1 | 14,4 | 10,7 | 81,3 | 15,0 | 79,1 | 9,6 | 100 | 6,5 | 15,6 | 55,9 | 13,6 | 186,0 | | | | |
| 50,0 minimum catégorie | 0,1 | 5,4 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 41,0 | 6,8 | 11,8 | 7,6 | 3,8 | 58,6 | 2,2 | 49,2 | 4,1 | 56 | 1,2 | 2,7 | 36,9 | 1,2 | 12,0 | | | | |
| 18 nb valeur catégorie | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | | | |
| Profils moyennement évolués de la terrasse Würm: 6346 c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses moyt évolués 6346c Horizons A | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 20 moyenne catégorie | 1,09 | 6,6 | 5,6 | 0,4 | 0,0 | 91,6 | 15,4 | 23,6 | 14,2 | 9,3 | 60,0 | 13,6 | 46,5 | 7,7 | 79 | 5,1 | 12,0 | 35,7 | 13,5 | 180,6 | | | | |
| 20,0 maximum catégorie | 2,2 | 7,7 | 6,8 | 2,4 | 0,0 | 187,0 | 23,3 | 34,0 | 19,5 | 14,5 | 69,6 | 17,2 | 62,7 | 11,5 | 100 | 7,7 | 19,1 | 45,2 | 36,8 | 302,0 | | | | |
| 15,0 minimum catégorie | 0,5 | 5,3 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 56,0 | 8,8 | 15,0 | 8,7 | 6,2 | 45,6 | 6,9 | 30,4 | 5,6 | 49 | 1,0 | 4,7 | 31,3 | 2,8 | 12,0 | | | | |
| 18 nb valeur catégorie | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses moyt évolués 6346c Horizons B | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 68 moyenne catégorie | 0,43 | 6,8 | 5,6 | 0,2 | 0,0 | 57,8 | 25,6 | 18,4 | 11,3 | 7,0 | 55,9 | 8,9 | 47,0 | 13,5 | 77 | 2,2 | 8,8 | 48,5 | 2,1 | 46,6 | | | | |
| 90,0 maximum catégorie | 0,9 | 7,6 | 6,8 | 1,0 | 0,0 | 77,0 | 38,3 | 27,8 | 17,7 | 10,7 | 68,1 | 17,1 | 62,8 | 21,3 | 100 | 3,6 | 14,1 | 63,7 | 4,7 | 185,0 | | | | |
| 55,0 minimum catégorie | 0,3 | 6,1 | 4,9 | 0,0 | 0,0 | 42,0 | 15,2 | 5,6 | 0,0 | 4,8 | 34,1 | 3,4 | 30,7 | 7,6 | 55 | 0,8 | 3,5 | 37,4 | 0,8 | 6,0 | | | | |
| 18 nb valeur catégorie | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | | | |
| Profils des 'chenaux' et concavités de la terrasse Würm 6346 d - 9746 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses Chenaux 6346d Horizons A | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 20 moyenne catégorie | 1,51 | 6,8 | 5,6 | 0,1 | 0,0 | 58,6 | 27,1 | 20,4 | 12,6 | 7,8 | 51,9 | 8,0 | 43,9 | 13,9 | 75 | 2,6 | 8,3 | 47,3 | 5,6 | 46,6 | | | | |
| 20,0 maximum catégorie | 3,1 | 7,5 | 6,3 | 0,5 | 0,0 | 119,0 | 26,5 | 29,3 | 18,5 | 10,8 | 60,0 | 12,8 | 52,6 | 15,9 | 100 | 6,3 | 15,3 | 39,1 | 33,8 | 213,0 | | | | |
| 20,0 minimum catégorie | 1,0 | 6,2 | 5,2 | 0,0 | 0,0 | 64,0 | 15,4 | 18,2 | 10,4 | 7,8 | 51,3 | 6,8 | 38,7 | 7,6 | 58 | 1,4 | 6,5 | 33,3 | 1,9 | 23,0 | | | | |
| 5 nb valeur catégorie | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | Sols des terrasses Chenaux 6346d Horizons B | Mö% | pH H2O | pH KCl | Cation total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Angle % | Limon TOT % | Limfin % | Limgross % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab_gros % | 1+1: Capacité d'échange latérale totale % | 1+1: Capacité d'échange latérale active % | ST% / Tds Saturation | KOEC% | Mg/CEC % | *CECm* | Cu ppm | P206 | |
| 72 moyenne catégorie | 0,58 | 6,9 | 5,5 | 0,1 | 0,0 | 58,6 | 27,1 | 20,4 | 12,6 | 7,8 | 51,9 | 8,0 | 43,9 | 13,9 | 75 | 2,6 | 8,3 | 47,3 | 5,6 | 46,6 | | | | |
| 95,0 maximum catégorie | 0,7 | 7,2 | 6,0 | 0,4 | 0,0 | 72,0 | 44,4 | 24,7 | 15,1 | 9,6 | 62,1 | 13,3 | 57,0 | 19,6 | 91 | 4,8 | 15,0 | 55,5 | 21,6 | 92,0 | | | | |
| 50,0 minimum catégorie | 0,4 | 6,7 | 5,2 | 0,0 | 0,0 | 49,0 | 14,9 | 15,2 | 8,9 | 6,3 | 37,5 | 1,3 | 36,0 | 7,4 | 68 | | | | | | | | | |

3. Les caractéristiques analytiques:

On comparera les tableaux ci-contre dégroupant les 78 profils en 5 sous-familles d'évolution croissante.

Textures, taux d'argile, refus

De 6346a vers 6346d les taux d'argiles augmentent régulièrement en profondeur et les différences sont de plus en plus fortes entre la surface et la profondeur.

Rapporter toujours ces chiffres apparemment élevés à la masse de terre fine qui reste très diluée dans les cailloux.

Allons un peu plus dans le détail: nature et « qualité » des argiles ?

On peut résumer les travaux de M. Bornand en signalant que:

Le cortège des argiles qui se forment dans ces horizons rouges 'fersiallitiques' à partir du cailloutis alpin très varié, est particulièrement intéressant.

Dans le cailloutis de base non transformé, Illites et Kaolinites dominent dans la très faible quantité d'argile présente (5% de la terre fine, soit moins de 1% de la masse totale de matériau parental, rappelons-le).

Dans les Horizons B rouge, il y a formation et héritage de montmorillonite, argile de très bonne qualité à forte CEC (fixation et échange des cations) et très grand pouvoir de gonflement par hydratation.

La montmorillonite possède un pouvoir de gonflement énorme à l'humidification. Les cations, Ca Mg K, y restent toujours échangeables – il n'y a pas de rétrogradation.

Dans les horizons de surface, même si la teneur en argile diminue nettement (lessivage), la vermiculite domine. C'est un minéral argileux gonflant assez proche du précédent, qui possède également une très bonne capacité d'échange, assez riche en fer et en magnésium. La vermiculite possède la propriété de gonfler de 20 fois son volume en chauffant en s'éclatant en 'vermicules' ou filaments- réf: dictionnaire de géologie. La vermiculite, comme l'illite, peut rétrograder le potassium (un ajout de potasse dans la solution du sol se substitue aux gros ions Magnésium coincés entre les feuillets, ce qui a pour conséquence de resserrer ces feuillets).

Le peu de terre fine « fersiallitique » qui existe en profondeur est donc de très bonne qualité minéralogique.

Matière organique:

Au-delà du chiffre de surface des horizons A, toujours un peu faible, alors que la forte pierrosité devrait concentrer les résidus de récoltes et la protéger de la minéralisation, on peut noter que les chiffres des horizons Bt de profondeurs ne sont pas nuls.

A 80 cm de profondeur, on frôle les 0.4-0.5% (6346 b, c et d). Le rôle de cet enfouissement lié à la forte densité des racines n'est certainement pas négligeable (activité biologique spécifique, espèces bactériennes inconnues, séquestration de carbone, alimentation des mycorhizes et des autres symbioses des racines): la vigne fait son sol.

pH, Acidité du sol:

En raison des chaulages toujours possibles, on ne regardera que les extrêmes bas:

En 2009-2010 7 profils sont au-dessous de pH 6 (10%), et 2 même au-dessous de 5.5, avec des désaturations notables du complexe adsorbant.

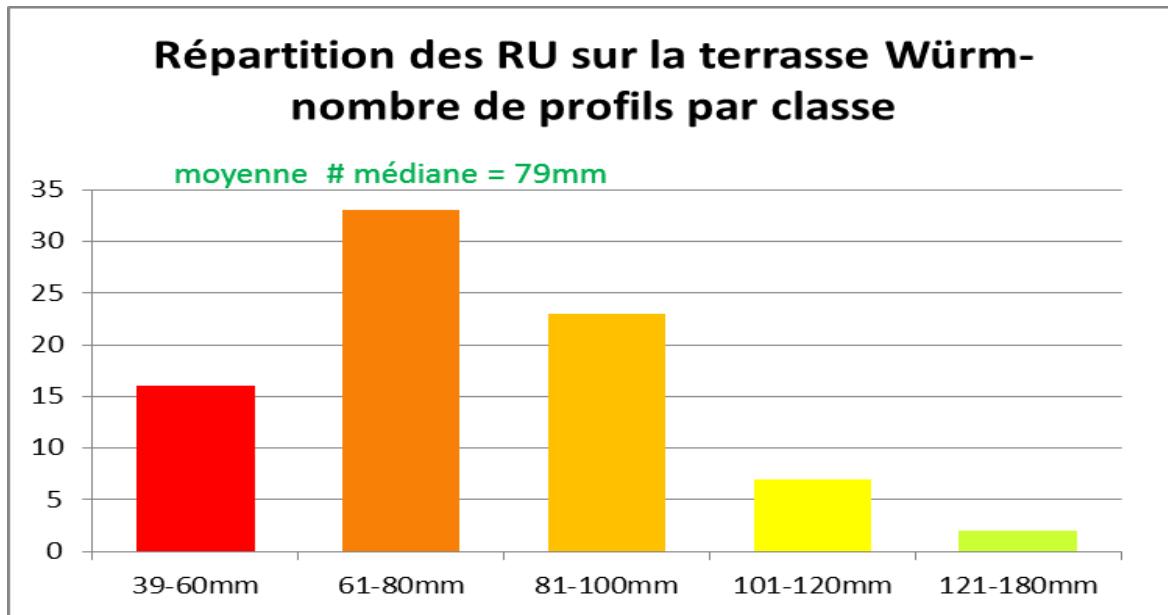
Il faut garder un œil sur ce facteur, malgré la jeunesse relative des sols et la présence du cailloutis du calcaire en profondeur (les remontées biologiques seraient faibles à cause des galets, et le lessivage des cations est important dans ces sols très perméables)

Notons que 6 d'entre eux ont été creusés dans la dernière série (plutôt sur Mercurol/Chanos en période de fin d'hivers, gel/dégel). Mais on sait que le pH peut varier de 0.5 à 1 unité en fonction des saisons. Il est plutôt plus bas en période de reprise de l'activité biologique et de faible humidité.

NB: Des pH encore plus acides étaient notés en 1967 (4.7 en surface dans 2 profils sur 15)

4. Les réservoirs hydriques des sols de la basse terrasse Würm

Des différences très sensibles sont observées, autour d'une moyenne générale proche de 80 mm comme le montre le graphique ci-dessous:



Graphique 48: Synthèse des réservoirs utiles (RU) estimés dans les profils du Würm

Si l'on regarde dans le détail chaque profil, les profils faiblement fersiallitiques peu évolués ($\text{RU} < 60 \text{ mm}$) ne sont pas systématiquement localisés sur les bas paliers puisqu'on en trouve sur le palier central le plus élevé (Fya géol), et inversement on trouve des profils nettement argillifiés sur les paliers Fyb ($\text{RU} > 90 \text{ mm}$).

En général ces nuances se comprennent lorsqu'on regarde la microtopographie (creux, pieds de talus plus évolués avec meilleures RU, bosses, pentes de raccordement moins évoluées, RU plus faibles), mais quelques profils n'étaient absolument pas prévisibles.

Même s'il présente encore de nets contrastes, le palier central le plus élevé (Chassis) est cependant un peu plus homogène que les autres plus récents, ce qui semble logique (unités plus grandes, 'chenaux' à la fois plus larges et plus espacés).

4.3.2. LA TERRASSE RISS - PALIER DES AUDOUARDS

Code 6166

Nous traitons ici du niveau Riss, Fx, plus ancien donc, qui ne subsiste que sur un replat peu étendu entre plaine et coteau de Mercurol. Y ont été ouverts trois profils très parlants, (MERC028-145 et 147) plus deux en 1967 (INRA17 et 18).

Ces alluvions Riss sont rencontrées à une altitude proche de 155m, et sont assez proches des coteaux, dont elles se rapprochent progressivement vers l'est où elles ont reçu quelques influences colluviales en surface (voir MERC145, INRA17 un peu calcaires et basiques).

Au niveau des Rémizières, ce niveau est séparé de la terrasse Fya des Chassis par un talus dénivelé de 6 à 10m, continu et bien marqué qui contourne le lieu-dit des Roussettes puis longe la D532. Plus à l'ouest (au rond-point) la terrasse est recoupée par le débouché du vallon de la Bouterne. Le lambeau des Rémizières est bien isolé du coteau de Mercurol, par un léger creux et à part quelques influences de loess de proximité on peut estimer qu'il n'a pas été trop modifié par les colluvions du coteau. Par ailleurs le pliocène marneux doit déjà être très profond et ne plus avoir d'influence directe sur le sol (ni pour le drainage, ni pour les remontées de carbonates).

Le profil MERC028 est typique de ce stade d'évolution: c'est un FERSIALSOL lessivé (= nettement argillifiée et rubéfié en profondeur, resaturé (pH neutre) en surface. **Le cailloutis brut à galets mixtes et sables calcaire n'apparaît pas dans le profil (2m).**

Son horizon de surface (brassé probablement assez profondément lors du défoncement ou d'un griffage ancien) est sablo-limoneux, poudreux en surface sur 70 cm au moins. Cette épaisseur un peu élevée est peut-être due à des apports ou remaniements éoliens de proximité (Le sable très fin volait au moindre souffle d'air lors de nos observations). Il est riche en potasse et très riche en magnésium ce qui pourrait accentuer la fragilité de sa structure.

L'horizon suivant est nettement rougeâtre (5YR4/6) et argillifié (35%) de 90 à 120 cm, avec d'abondants galets cristallins très fragilisés (altérés en sable grossier). La structure gonflée (encore humide en période), prend un aspect continu mais on sent bien que ce sont des agrégats argileux qui se sépareront en séchant, assurant une aération encore suffisante: on ne note aucune décoloration autour des racines et pas de dépôts noirs ou brun de fer et de manganèse sur les faces ni autour des galets. La CECfm (rapportée à la fraction minérale) est élevée (50 cmol/100g).

Plus bas, de 120 à 150 cm, le sol reste toujours rouge mais moins argileux: sablo-argileux (revêtements autour des sables) et toujours très caillouteux (50% environ)

Plus bas encore, de 150 à 190 cm, on trouve un sable toujours brun rouge-orangé, un peu acide mais cette fois sans galets.

Aucun galet calcaire n'est trouvé dans le profil, encore moins le sable grossier calcaire et le cailloutis brut des alluvions initiales. Le sol vrai dépasse donc ici 2m d'épaisseur.

On constate donc bien une nette différence d'évolution avec les plus évolués parmi les profils creusés dans les Chassis (au sens large) et les stades a, b, c, ou d. Très limono-sableux en surface, nettement et profondément argillifiés, cailloux cristallins beaucoup plus altérés. Leur pH est nettement remonté dans 3 profils mais semble encore acide en MERC147 (pas d'analyses labo). Très battants, et moins protégés par une couverture caillouteuse.

Les profils MERC145 et MERC147 confirment cette description, avec quelques nuances ; MERC145 est un peu recarbonaté en surface (influence des colluvions du coteau, dont il est proche) et le cailloutis calcaire apparaît à 160 cm. On note quelques revêtements FerMn autour des galets en profondeur mais pas de décoloration.

MERC147 est plus acide en surface (test terrain), très battant et sensible à la compaction, le cailloutis calcaire est atteint vers 190 cm, et il y a quelques revêtements FerMn autour des galets en profondeur mais pas de décoloration autour des racines.

Variantes un peu plus colmatées/avec horizon à amas ferriques de la terrasse Riss

Code 6166 femn |||

Profils INRA18- et 17- (1967)

Nous notons que, un peu à l'est de MERC28, deux profils creusés en 1967 sur le même niveau de terrasse (155-160m), mais plus proche du coteau, sont un peu plus colmatés, avec des dépôts ferromanganiques noirs assez nets dès 55cm, et même une tendance à la cimentation par le fer en INRA17. Comme c'étaient les seuls profils creusés sur ce niveau, le caractère colmaté avait été étendu sur la carte des sols à l'ensemble de ce palier (155-180m) y compris dans le coteau des Marinets en rive gauche de la Veaunes, ce qui n'a pas été vérifié plus à l'ouest (voir MERC28- et CHAN14-15-16 parmi nos profils, le coteau des Marinets étant même assez différent et traité plus loin).

| Profondeur de prélevement moyenne en cm | 6166 Horizons A
3 dont 2 INRA1967 | Mg % | pH H2O | pH KCl | Calcaire total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Argile % | Limon TOT % | Lim fin % | Lim gros % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab. gros.% | CEC Capacité d'Echange Cation calciumMg | SAT % | Tx de Saturatlon | K/CEC % | Mg/CEC % | "CECfm" | Cu ppm |
|---|--------------------------------------|------|--------|--------|------------------|------------|----------|-----|----------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|-------------|---|-------|------------------|---------|----------|---------|--------|
| 17 | moyenne catégorie | 1,97 | 6,6 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 138,5 | 0,0 | 7,3 | 25,5 | 11,1 | 14,4 | 57,1 | 23,0 | 34,1 | 8,4 | 100 | 4,5 | 10,1 | 41,3 | 30,2 | |
| 20,0 | maximum catégorie | 2,5 | 7,6 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 217,0 | 0,0 | 9,1 | 26,9 | 12,2 | 16,2 | 68,5 | 28,6 | 44,2 | 10,7 | 100 | 7,5 | 18,2 | 62,6 | 30,2 | |
| 15,0 | minimum catégorie | 0,9 | 5,3 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 60,0 | 0,0 | 5,0 | 22,8 | 10,3 | 12,5 | 37,0 | 16,2 | 20,8 | 6,0 | 100 | 1,4 | 2,0 | 20,0 | 30,2 | |
| 3 | nb valeur catégorie | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | En cours de t | Mg % | pH H2O | pH KCl | Calcaire total % | Ca_actif % | Fe mg/kg | IPC | Argile % | Limon TOT % | Lim fin % | Lim gros % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab. gros.% | CEC Capacité d'Echange Cation calciumMg | SAT % | Tx de Saturatlon | K/CEC % | Mg/CEC % | "CECfm" | Cu ppm |
| 87 | moyenne catégorie | 0,32 | 6,9 | 5,9 | 0,1 | 0,0 | 133,5 | 0,0 | 38,6 | 16,9 | 8,7 | 8,2 | 37,8 | 10,4 | 27,4 | 23,8 | 86 | 1,6 | 3,8 | 30,6 | 1,8 | |
| 110,0 | maximum catégorie | 0,3 | 7,5 | 5,9 | 0,3 | 0,0 | 196,0 | 0,0 | 43,1 | 21,0 | 10,2 | 10,8 | 50,5 | 12,7 | 37,8 | 27,8 | 94 | 1,7 | 5,6 | 72,2 | 1,8 | |
| 67,5 | minimum catégorie | 0,3 | 6,1 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 71,0 | 0,0 | 34,8 | 14,1 | 6,8 | 5,0 | 17,2 | 7,8 | 8,1 | 19,7 | 77 | 1,5 | 2,0 | 0,0 | 1,8 | |
| 4 | nb valeur catégorie | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | |

Tableau 49: Synthèse des analyses sur le palier des Audouards

4.3.3. LE COTEAU-TERRASSE DE LA VEAUNES (CHANOS-CURSON)

Code 6066

Sur Chanos, le long de la Veaunes, les 3 profils CHAN014-15 et 16 des Voleysses, sont suffisamment ressemblants et particuliers pour justifier une unité qui leur soit propre.

Ils sont placés sur un coteau peu pentu orienté à l'ouest et sensiblement modelé en vallons peu marqués, séparés de pentes largement convexes. La pente moyenne est de 6%, passant à 10% dans la partie supérieure de ce coteau.

Remarque 1:- La transition avec le haut du coteau qui présente un sous-sol très argileux et est représenté par les profils CHAN19 et 18, est quasi impossible à détecter précisément par sondages manuels en raison de la couverture intégrale de gros galets siliceux.

Remarque 2:- La notation ‘colluvions’ sur la carte géologique est à prendre au sens géologique du terme, mais elle est peu pertinente du point de vue du pédologue, laissant supposer des sols de plaine, peu caillouteux et de texture plutôt fine ce qui n'est pas le cas.

En fait ils ont globalement des caractéristiques de sols de terrasse alluviale ancienne, plutôt d'âge Würm au vu de leur faible évolution (accumulation d'argile très faible), mais sont cependant plus profondément décarbonatés. Ils sont à une altitude plus élevée (160-180m) et ils sont probablement un peu remaniés (pente régulière).

Ces caractéristiques sont:

- Une forte charge de galets siliceux, cristallins et gréseux, sans galets calcaires, jusqu'au fond (plus de 2m), et en couverture quasi totale en surface

- Une texture sableuse, avec très faible CEC (pouvoir de fixation des cations), couleur brun pale, très caillouteux, en surface. En liaison logique avec la très faible CEC, on note par exemple la forte présence de la potasse sur ce petit complexe d'échange (14% en CHAN016 !) heureusement compensée par de bonnes teneurs en magnésium Mg.

On constate en CHAN015 et 016 une descente non négligeable de la potasse qui occupe encore plus de 5% de la CEC à bonne profondeur. (On rappelle que 4% de la CEC en surface est déjà considéré comme suffisant).

- Le début de néo-formation d'argile en poches sablo-argileuses, dans les 3 horizons profonds ou moyen, qui sont un peu plus jaune orangé, (brun rougeâtre 7,5YR, donc pas suffisamment rouge pour être qualifié de rubéfié: 5 ou 2.5YR...).

- Une décarbonatation totale jusqu'à 200 cm (différents donc des sols sur Würm d'origine Rhône-Isère vus au paragraphe précédent, qui sont tous calcaires au-delà d'1.20m). Pas de phénomènes de redistribution de calcaire, aucun galet calcaire, même pas dissout partiellement. Pas de dépôts noirs ferromanganiques, pas de colmatage.

La couleur un peu jaunâtre des sables des horizons profonds (moins beige blanc que les alluvions des Chassis) suggère une contribution des matériaux miocènes souvent jaunes que l'on trouve en amont du cours de la Veaunes.

Les pH sont neutres en surface (ils peuvent avoir été corrigés par chaulage) mais plus acides en profondeur, en CHAN016 et 015.

En CHAN014 par contre il reste neutre en profondeur, avec des traces de calcaire entre 130 et 160 cm (ce côté sud de l'unité est plus environné de marnes pliocènes: unités [45] sur la carte, que le côté nord)

Les taux de saturation (de la capacité d'échange) varient entre 60 et 90%.

Les enracinements sont très bons, toute la réserve est explorée.

On ne note pas d'excès d'eau sur 2m grâce à la texture sableuse et à la forte perméabilité, mais quelques décolorations sur 1 à 5mm autour des racines en fond de profil.

Selon la place et l'épaisseur des horizons très grossiers/caillouteux, l'allure du réservoir est un peu différente, avec une moyenne estimée meilleure que dans les Chassis, grâce à des horizons sableux (et/ou sablo-argileux) mais pas caillouteux, plus fréquemment rencontrés.

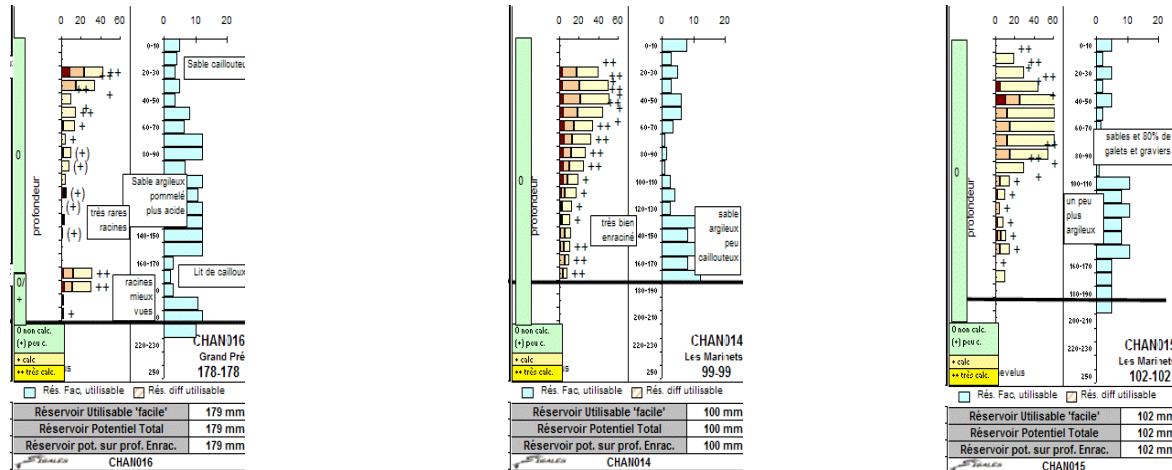


Figure 50: Trois profils hydriques dans les Voleyses à Chanos

Enfin le contexte hydrologique général est assez différent.

Dans les Chassis, le pliocène argileux est très profond, recouvert d'une épaisseur de plus de 15-20m de cailloutis perméable. Mais à quelle profondeur se trouve t'il et sur quelle largeur le long du tracé de la Veaunes ?

La marne pliocène n'est pas repérée dans ces 3 profils, mais elle affleure plus haut (vue) et plus bas dans le coteau (selon la carte géologique). On peut alors supposer qu'elle n'est pas beaucoup plus profonde que la base des profils soit 3 ou 4 m, peut-être moins autour de CHAN014. Dans cette hypothèse, la marne sert de soutien à la nappe des plateaux qui doit s'écouler par les bordures, ce qui conserve une certaine humidité dans le bas du sol qui lui est superposé, au moins jusqu'en fin de printemps, et de façon plus sensible et plus durable dans les parties concaves du coteau.

Code 6067: Les concavités de ce coteau sont plus épaissies, de texture moins sableuse, et sont irrégulièrement caillouteuses. Les sols y sont plus frais (concentration des circulations hydrauliques latérales depuis les replats).

4.3.4. LES HAUTES TERRASSES ANCIENNES

Grimpons un peu dans les coteaux, et remontons encore dans le temps jusqu'aux glaciations antérieures d'abord « Mindel, soit tout de même 500 000 ans (niveau [55], 700 000 ans [53] voire 1 à 2 millions d'années (niveau [51].

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthese | RU | RU_racine | fondeur di | ernières ra |
|-----------|-----------------------|---------------------|--|-----|-----------|------------|-------------|
| MERC005 | LES TAILLAS | 5156 | Sol hypercaillouteux lessivé (sableux sur argilo-sableux en profondeur), non bariolé/colmaté , de terrasse à galets ancienne évoluée | 92 | 92 | 180 | 180 |
| MERC007 | LES PIERRELLES | 5166 AA | Sol hypercaillouteux lessivé (limono sableux sur très argileux dès 60cm), bariolage de dégradation de profondeur pas avant 140cm | 99 | 99 | 200 | 200 |
| CHAN011 | LES CREUZES | 5176,2/AA | Sol lessivé acide réodoxique (limono-sableux et caillouteux sur argile bariolée sans galets à 70cm) | 126 | 213 | 170 | 170 |
| MERC025 | LE CHATEAU | 5355 #-compact | Sol rouge non calcaire en surface, argileux très compact, graveleux , tronqué (manque l'horizon gris limoneux ou sableux normal de surface)- Croute calcaire ou "griffe" en profondeur (150-200cm) puis cailloutis calcaire et sables bruts de la terrasse | 122 | 182 | 190 | 160 |
| MERC021 | LA RODE | 5356 | Sol hypercaillouteux (PEYROSOL) fersiallitique (sabio-limoneux sur argileux rouge) de pH neutre. (resaturé, saupoudrage de loess ou chaulage) | 115 | 132 | 180 | 180 |
| CHAN017 | LES PLANAISES | 5376,1 | Sol hypercaillouteux lessivé (sableux sur très argileux), très bariolé rouille / gris à partir de 90cm puis gris/rouille | 146 | 102 | 200 | 200 |
| CHAN019 | SOULAGE | 5376,1 | Sol hypercaillouteux lessivé (sableux sur argileux) à bariolage réodoxique de profondeur (100m) sur argile bariolée ss cailloux à 130cm | 125 | 102 | 200 | 200 |
| LARN002 | TORRAS ET LES GARENNE | 5525 ## | Sol très caillouteux, argilo-sableux , calcaire dès la surface, rouge à débris de croute calcaire altérée fréquents autour des cailloux, très durci en séchant. Peut être tronqué d'un ancien horizon de surface | 69 | 80 | 180 | 150 |
| CHAN018 | VOLEYSES ET SAVEAUX | 5576,1 | Sol lessivé (sableux sur très argileux) caillouteux, à bariolage réodoxique de profondeur (100m) | 154 | 100 | 180 | 180 |

Tableau 51: Liste des profils des terrasses très anciennes

On voit que pour chaque niveau 51 à 55, on a trouvé des stades d'évolution (3^{ème} chiffre du code) de sol assez variés, depuis le sol rouge non bariolé -5-, peu bariolé -6-, jusqu'au très bariolé colmaté acide -7- en passant par le pris en masse par le calcaire -2-

1. Sols lessivés et rubéfiés mais non bariolés en profondeur

Codes 5356-5156

Code 5356: Le profil de « référence » choisi pour présenter ces codes sera le MERC021, des Balayers.

Situé bien au milieu de la terrasse, très caillouteux dès la surface, ce profil n'est ni concerné apparemment par des apports de loess superficiels, ni par la « griffe » souterraine (encroûtements calcaires des galets), plutôt perceptible en bordures des replats.

En surface on trouve un sable argilo limoneux brun (15% d'argile), très caillouteux, de pH neutre.

Les galets sont uniquement des galets siliceux, à patine rousse d'oxydes de fer, imprimés pour certains de curieux traits noirs d'oxydes métalliques, avec galets allégés et parfois découpés en « tranche de saucisson » régulières.

A partir de 45cm, contraste très net avec un horizon **très rouge** (2.5YR4/6), très argileux (**45% d'argile**), très caillouteux, avec des siliceux et des cristallins altérés (granites, schistes...). La capacité d'échange, rapportée au taux d'argile est importante CECfm>52 en moyenne. Le pH est encore neutre.

Au-delà de 100 cm, horizon toujours très argileux, rouge et très caillouteux (cailloux siliceux, cristallins altérés en sables, aucun cailloux calcaires) avec quelques redistributions métalliques (pellicules noires 'ferro-manganiques') autour des racines et des cailloux.

Mais pas de décoloration grise ou blanche (dérubéfaction) perceptible, même autour des racines et ce jusqu'au fond du profil.

Et pas d'acidité dans ce profil (pH neutre, et quasi-saturation du complexe adsorbant en surface et en profondeur): vu la forte évolution du sol (contraste de texture et couleur) cette resaturation est donc probablement liée à des amendements naturels par des poussières carbonatées (lœss peu abondant, bien repérés d'ailleurs non loin sur le même plateau, voir MERC024), soit du résultat de chaulages anciens et répétés, toujours possibles. Nous choisissons la première hypothèse car nos profils sont assez concordants: la haute terrasse [53] des Balayers est moins acide et moins bariolée en profondeur (donc moins colmatée) que les hautes terrasses plus à l'est. Cela va dans le même sens que les observations de lœss actuelles qui décroissent de l'ouest vers l'est. Le calcaire des lœss aurait donc 'freiné' l'évolution «dérubéfiante» des sols.

A mettre en rapport avec l'unité située juste à coté: 7136 /53: sol de terrasse masqué par des apports de lœss.

MERC024: Beaucoup moins de cailloux en surface et ceci jusqu'à 70-80 cm, un peu de carbonates (légère effervescence à l'acide dilué), ce qui modifie complètement l'ambiance physico-chimique du sol. C'est donc un peu plus qu'une simple variante car on change réellement de famille de sol 7136 /53.

2. Sols rubéfiés tronqués et/ou recarbonatés

Sols tronqués #, avec griffe proche de la surface et/ou galets plus ou moins encroûtés en profondeur par du calcaire.

Codes 5525 # , 5535#/km, 5425 (sur les pentes de raccordement)...

Dès que l'on se rapproche des bordures aval ou latérales des terrasses (on en est à 10m pour LARN002, à 15-20 m pour MERC025), il est fréquent de trouver la griffe calcaire dans le bas du profil.

On trouve bien des galets éclatés avec des graviers anguleux, des débits de gneiss 'en rondelles de saucisson', mais on trouve à profondeur variable des éléments calcaires: ce ne sont pas des galets calcaires rescapés de la dissolution mais des cailloux siliceux ou cristallins entourés voire entièrement cimentés entre eux par une gangue calcaire. Comme on l'a bien vu sur les niveaux des Chassis, ce phénomène de cimentation commence très vite (sous les cailloux), et ceci dès que la nappe alluviale bat dans ce matériau très perméable (encroûtement vadose).

Il est beaucoup plus facile d'observer ces concrétions et recristallisations calcaires dans la partie haute des grands talus qui entourent les lambeaux de terrasse. Par endroit c'est un véritable poudingue (béton de galets cimentés) de plusieurs décimètres d'épaisseur qui consolide le talus. C'est bien visible par exemple juste sous le plateau des Balayers, au droit des grands hangars de Ponsonnet à Mercurol. Les horizons très caillouteux donnent par cimentation le poudingue, et les lentilles sableuses sans cailloux donneront dans les mêmes conditions un genre de grès grossier gris clair ou blanc à ciment calcaire.

Souvent, le sol des parcelles cultivées juste au-dessous de ces bordures plus ou moins érodées, passera rapidement de rouge à blanc, avec des galets très fréquemment enrobés d'une gangue calcaire, et des zones de sols très minces là où la griffe est encore dure et épaisse. Ces bordures à griffes existent autour de tous les niveaux, y compris les plus élevés et dans quasiment toutes les pentes boisées, comme le montrent les talus qui bordent souvent le haut des parcelles cultivées, là où les défrichements ont essayé de gagner au maximum sur les bois. Il faut aussi imaginer que ces dalles peuvent s'écrouler dans la pente quand elles sont suffisamment dégagées par dessous.

3. Sols lessivés, dérubéfiés et bariolés à faible profondeur

Du fait de l'érosion qui a grignoté les plus anciens niveaux, seuls quelques lambeaux de replats situés à des altitudes supérieures à 220m sont concernés aujourd'hui. Du côté de Chanos, il semble que les sols arrivent plus rapidement au stade colmaté et bariolé donc rédoxique (excès d'eau temporaire plus long dans la saison et plus marqué) déjà même sur le niveau [55] 205m d'altitude. Il est possible

que la composante de galets siliceux soit progressivement plus importante (influence du cailloutis des Chambaran ?) et surtout que l'**effet neutralisant des loess** disparaisse progressivement quand on se déplace vers l'est.

Codes 5176,2 5376,2 5576,2: fort degré de bariolage et niveau argileux proche de la surface (caractère réodoxique net, nappe perchée durable)

Codes 5166, 5366, 5566,: Quelques unités présentent ces caractères de façon atténuée, bariolages moins contrastés, l'argile apparaissant à plus grande profondeur. (caractère réodoxique léger et nappe perchée fugace, moins limitante pour l'accès aux parcelles)

Codes 5156, 5356, 5556,: on n'observe pas de décoloration ni de bariolage, le sol reste bien rouge fersiallitique lessivé non dégradé.

Un phénomène général: la dérubéfaction

...ou perte de la couleur rouge au profit d'un bariolage gris/orangé très contrasté.

Code 5176,2 Les profils des replats d'altitudes les plus élevés [51] sont en général les plus argileux, les plus acides et les plus longuement évolués: on ne peut plus y identifier la couleur vraiment rouge 5YR4/6 à partir de 50-60 cm, mais un orangé jaune 7.5YR5/6 ou 5/8 souvent strié de plages gris clair ou gris bleuté. Le changement de couleur du fer traduit un pédoclimat (=climat dans le sol) plus humide.

également enrichis en manganèse et l'on parle de nodules ou concrétions FERroManganiques (FeMn).

L'horizon colmaté piége des nappes perchées temporaires, ce pourquoi la délimitation ne conserve en général que les bordures déjà un peu pentues de ces unités, ce qui facilite le drainage latéral des parcelles. (Caractère réodoxique)

Seuls des galets siliceux lisses les moins fissurés y subsistent. L'augmentation régulière du taux d'argile colmate le profil qui connaît des phases de drainage interne nul de plus en plus longues. Les oxydes de fer repassent sous forme de goethite, oxyde de teinte plus jaune, puis sont partiellement réduits en fer ferreux et prennent une teinte grise ou bleutée, d'abord autour des racines puis de façon de plus en plus invasive et proche de la surface. Enfin le fer réduit devient soluble et peu migrer verticalement ou latéralement, ainsi que les argiles, et les plages sont décolorées et blanchies, tout en devenant progressivement moins argileuses que les plages rouille. Ce fer mobilisé peut s'accumuler en revêtements ou nodules noirs. Ces nodules sont



Photo 52: Horizon argileux dérubéfié

L'acidification naturelle est plus poussée et avec elle la désaturation de la CEC et la teneur en aluminium échangeable (mais les pH sont remontés par les chaulages).

A cause d'une très faible porosité (presque nulle à vrai dire) l'enracinement devient très difficile en profondeur et cantonné aux plans de fissuration des masses argileuses et aux zones de décollement autour des galets. Les racines sont en partie décomposées, et à leur contact l'argile est nettement décolorée en gris clair (consommation de tout l'oxygène, réduction du fer).

Le code de base est donc 5176,2 (niveau 265m) ou 5376,2 (niveau 220-245m)

Nous avons choisi le chiffre-profondeur de 6, mais dans plusieurs profils, pas forcément les plus bariolés, l'enracinement de profondeur est quasi absent. Les racines sont grêles et parfois terminées par une petite boursouflure (apex bloqué). Elles ne fonctionnent donc plus correctement car la zone de l'apex est tout à fait particulière et particulièrement active. En CHAN019 Les analyses de profondeur montrent une toxicité aluminique de profondeur avec un pHau inférieur à 5.5.

L'aluminium échangeable et le pH semblent bien des facteurs encore plus limitant que l'hydromorphie.

Sa correction, à de telles profondeurs, et dans ces sols très peu filtrants est illusoire et demanderait trop de modifications fondamentales du sol. Il vaut mieux accepter cette difficulté naturelle qui limite d'ailleurs la vigueur, et entretenir au mieux le drainage externe par les fossés de bordures.

4. Variante moins évoluée du niveau [51]

Code 5156

L'observation de certains profils, plutôt du côté de Mercurol, et dès lors qu'ils sont bien en replat, empêche la généralisation absolue de ce caractère colmaté et très argileux bariolé à faible profondeur à tous les sols des hauts niveaux.

On choisit un code d'évolution moins ultime: 5156 pour MERC005 et 5166 pour MERC007

MERC005 n'est pas très acide, pas très argillifié, pas du tout décoloré et encore bien rouge:

MERC007 est aussi très lessivé ; limono sableux puis très argileux et rouge en profondeur, et il n'est bariolé donc colmaté qu'au-delà de 140 cm et il n'est pas acide en surface (on ne note pas le caractère hydromorphe).

5. Cas particuliers sur les hauts niveaux [57] et [58]

En quelques situations, toutes localisées sur Chanos, des sols attribuables à de hauts niveaux d'alluvions anciennes ont présenté des particularités: absence d'horizon argileux [57] ou absence de pierrosité [58].

| | | | | | | | |
|---------|-------------------|----------------|--|-----|-----|-----|-----|
| CHAN009 | LA BEAUME | 5736 (+) | Sol profond très caillouteux, calcaire en surface Limonosable-argileux puis sableux grossier à partir de 70cm, très bien enraciné. Pratiquement pas argillifié - sur sables et graviers non calcaire en profondeur | 72 | 72 | 200 | 200 |
| CHAN006 | LA BEAUME | 5835 (compact) | Sol brun, peu calcaire, limono-argileux à horizon caillouteux (galets)- très pris en masse, issu de terrasse ancienne: argile de plateau, calcitisée par un peu de loess ??? | 162 | 328 | 210 | 190 |
| CHAN010 | MOLLES ET BREDOUX | 5836,1 | Sol brun calcaire ou saturé très argileux orangé, réodoxique à 80cm, pH neutre peu caillouteux, d'argile de plateaux | 150 | 313 | 200 | 200 |
| CHAN012 | LA MOTTE | 5866,2 | Sol brun très argileux dès la surface très peu puis non caillouteux, plus acide en profondeur, bariolé décoloré dès 65cm, Pauvre en K | 167 | 274 | 180 | 180 |

Tableau 53: Cas particuliers des terrasses très anciennes

5736 +: CHAN009 Il s'agit d'une bande de sols gravelo-caillouteux, profonds, limono-sableux et calcaires en surface mais très peu argileux, puis neutres et de moins en moins calcaire en profondeur ce qui est surprenant. Comme il s'agit d'une crête très étroite, on peut penser qu'on est en présence d'un sol quasiment érodé jusqu'au cailloutis initial, mais très enrichi et travaillé, car il est assez meuble et sombre. Il y a d'ailleurs des affleurements de griffe et de grès grossier (griffe de graviers et sables) à faible distance sur les pourtours de la crête. Une influence de loess, qui pourrait expliquer le calcaire de surface, n'est pas sensible dans la terre fine mais jamais exclue (il n'est pas loin: voir les unités proches [72]).

5836-5866 CHAN006-010 et 012

Ce sont des sols argileux et (très) compacts, profonds, brun roux mais sans galets ni graviers, ou très peu. Ils présentent un caractère réodoxique léger à moyen (selon la pente et la possibilité d'évacuer les eaux de percolation). Ce caractère est très net dans les concavités, très atténué à inexistant sur les bosses et les pentes convexes.

Nous avons pu identifier, dans un grand escarpement à l'est de Machon, des lentilles d'alluvion ancienne initialement sans galets, qui ont pu donner naissance à ces résidus plus argileux.

Ce sont des sols argileux dès la surface, très peu ou non caillouteux qui présentent une forte ou très forte compacité en profondeur, associée à un enracinement très faible. En situation de replat (donc sans mélange possible), les trois profils sont un peu différents en chimisme (un peu calcaire en

CHAN006, neutre en CHAN010 code 5836, plutôt acide en CHAN012 code 5866), en aspect (plus ou moins bariolés, caractère rédoxique) et en compacité (de compact à très compact) mais nous les avons cependant regroupé sur un même matériel parental, avec des codes d'évolution différents.

CHAN006 serait donc tronqué de ses horizons acides. On peut qualifier ce profil de ‘sol à fragipan’ tellement sa compacité est gênante pour les travaux, et les racines. Ce phénomène de fragipan (prise en masse) s’expliquerait par la formation de ponts argileux très solides entre les particules sableuses, acquis dans certaines conditions hydriques et climatiques passées.

A la même date, il était beaucoup plus sec et difficile à décrouter que la plupart des autres profils.

4.4. LES TERROIRS DES LŒSS [70 A 75]

Les lœss sont une composante importante de la compréhension des sols de toute la région.

Véritable don du ciel au sens littéral du terme, ils apportent une touche de douceur aux sols les plus rudes. Ce sont eux qui peuvent créer des îlots de sols profonds, souples et calcaires dans des versants intégralement granitiques.

Ils nous parlent abondamment des glaciers, de la préhistoire, et de climatologie ancienne.

Attention ! Si vous parlez de sols de lœss avec un collègue vigneron alsacien ou allemand, il est probable que vous parlerez de terroirs assez différents. Si les lœss (matériaux) sont très répandus dans la partie centrale de l'Eurasie, de la Chine à la Beauce, les sols de lœss sont très différents d'un milieu climatique à l'autre, car c'est un matériau très sensible à la pluviométrie, à la végétation et aux contrastes saisonniers.

FORMATION DU MATERIAU PARENTAL

Ces dépôts, doux, bien triés limono sablo argileux sont d'origine éolienne. Les célèbres lœss de Saint-Vallier sont les plus anciens lœss connus en Europe de l'ouest.

Ils se sont déposés principalement au plus fort des glaciations quaternaires, en pourtour des grandes calottes glaciaires, sur des grands plateaux couverts d'une steppe herbacée dense et balayés par les vents froids et secs venus du nord. (Ou de la Manche asséchée, selon de nouvelles théories)

L'enfouissement progressif du fin chevelu racinaire de pelouse steppique imprime dans le limon un réseau de fins pores tubulaires qui se retrouve encore visible très en profondeur. Il assure le drainage rapide et même exceptionnel de ce type de matériau, au moins dans son premier état de jeunesse (lœss typique). Il n'y a pas de litage horizontal comme dans la plupart des autres dépôts meubles et épais. Cette capacité de drainage très rapide permet aux lœss naturels de tenir en grand talus verticaux et sur des pentes parfois très fortes sans fluer comme n'importe quel matériau meuble le ferait une fois gorgé d'eau. On comprend qu'une fois remaniés, flués ou brassés, ils peuvent perdre en partie cette structure poreuse très particulière.

Une pensée pour les premières peuplades d'agriculteurs qui ont, lors de leurs grandes migrations, naturellement suivi les plus épais dépôts de lœss. La souplesse du limon lœssique permettait en effet un travail à la main avant même l'utilisation des animaux de trait et sa profondeur une très bonne réserve utile pour les premières plantes domestiquées. Pour autant, ces terres étaient à l'abri des risques d'inondations et de maladies, fréquents dans les limons et des marécages des plaines récentes. Les vestiges d'industries préhistoriques y sont donc souvent abondants.

A l'origine, ce matériau est le plus souvent un peu calcaire (15 à 30%). Sa texture est limono-sableuse, peu argileuse, mais avec une prédominance nette de limons grossiers et sables très fins (20 à 100 microns, soit 0.02 à 0.10 mm) sur les limons fins (c'est plutôt le contraire dans les sols lessivés d'autres origines qui sont également limoneux en surface). C'est ce qui donne au lœss son toucher sous les doigts si particulier.

Selon le climat, les lœss donnent des sols noirs (chernosols de Russie, les 'champions du monde' des sols), lessivés acides sous les pédoclimats humides, atlantiques, ou sols châtaignes, calcaires (en pédoclimats plus chauds et secs).

Ici, on n'observe pas de sols plus sombres que la moyenne, et le lœss reste très souvent calcaire dès la surface, parfois même sur des plateaux (où il n'y a pas de recarbonatation latérale possible): on parle de CALCOSOLS de lœss ou de CALCISOLS s'ils n'ont plus de calcaire total, mais restent saturés et neutres.

EVOLUTION DU MATERIAUX PARENTAL

Dès que le réchauffement postglaciaire l'a permis, l'action de la pluie et de la végétation forestière a déclenché leur évolution pédologique:

1-D'abord une décarbonatation progressive des horizons de surface (le calcaire est dissout, totalement ou partiellement à partir de la surface et descend dans le profil). La texture s'affine (limono-sablo-argileuse à limono-argilo-sableuse), le sol peut prendre une teinte plus rousse, voire brun rouge. En surface, la terre sèche prend un aspect très clair d'où le nom de terre blanche, fréquemment utilisé.

2-Ce calcaire est redistribué en profondeur (60-80 cm) soit sous forme d'accumulations sur les parois des pores, ce qui donne un aspect de fins filaments blancs (0.1 à 1mm), appelés pseudomycélium car ils ressemblent à des filaments de champignons, soit d'agglomérats durs et blanchâtres de 2 à 10 cm, un peu globuleux, très typiques (et dénommés "poupées" de lœss). La réaction à l'acide dilué est très nette à cause de ces filaments qui sont de la calcite pure. Le taux de calcaire total peut rester inférieur à 5-10% même avec une effervescence très vive et rapide.

On peut attribuer aux mêmes phénomènes les formations de lœss durcis, où une véritable dalle calcaire se reconstitue en profondeur. Dans ce cas la cimentation était probablement assistée par les battements d'une nappe phréatique carbonatée, aujourd'hui disparue. De même, si le lœss recouvre une terrasse à galets très caillouteuse, ce calcaire redistribué vers le bas va contribuer à la cimentation des galets de la surface de l'ancien sol.

3-Sous climat plus humide et/ou moins méditerranéen, l'évolution par lessivage des sols de lœss de plateau se poursuivra jusqu'au sol lessivé: Après décarbonatation complète, l'acidification de surface commence, ce qui permet la migration des argiles vers la profondeur. Les sols prennent d'abord plus de « corps » en profondeur, puis le drainage interne ralentit pour devenir très difficile. L'horizon supérieur est de plus en plus limoneux, battant, très instable en situation de pente, facilement érodable. Voilà pourquoi les sols de lœss d'Alsace ou allemands sont différents des lœss rhodaniens.

Il est possible de retrouver de vieux sol évolués à partir d'un lœss ancien, recouverts par du lœss encore calcaire, plus récent ou remanié.

Selon leur âge, leur position topographique et le degré de leur évolution, les sols de lœss ont donc des propriétés agronomiques très différentes d'une région viticole à l'autre, Allemagne, Alsace, Bassin de Paris, Aquitaine ou couloir rhodanien, mais aussi d'un point de l'appellation Croze-Hermitage à l'autre.

Les lœss de plateau, très épais, qu'ils soient un peu calcaires ou nettement lessivés sont à peu près toujours exclus de la délimitation.

Sur les bordures des plateaux, ils ne sont inclus dans l'AOC que lorsqu'ils ne recouvrent les terrasses à galets que sur une épaisseur faible ou moyenne (60 à 100 cm), ce qui permet à quelques galets de remonter à la faveur des travaux profonds.

Dans les pentes, ils contribuent en partie à la formation des sols de remaniements, conjointement avec l'éboulement des bordures des terrasses à galet ou les sables d'arène granitique. Ils recouvrent soit la marne du substrat tertiaire à l'est de l'accident de Larnage, soit l'altérite granitique à l'ouest de cet accident. Ceci explique les variations extrêmement rapides des caractéristiques des sols, puisqu'on trouve des sols nettement calcaires dans la zone des granites, pas décelables autrement que par le test HCL, ou le test terrain de pH (sans forcément d'indice visuel de couleur ou de texture).

4.4.1. LES SOLS DE LŒSS TYPIQUES (7116)

Comme nous l'avons vu, ils ne sont que très rarement compris dans l'aire AOC lorsqu'ils sont en situation de plateau.

Par contre certains coteaux, souvent bien exposés, ainsi que quelques bosses bien convexes, portent indéniablement des sols de lœss typiques très profonds. C'est souvent royaume de l'abricotier mais des parcelles viticoles s'y trouvent aussi. En fait, la possibilité d'un lœss épais ne doit jamais être exclue, même à quelques mètres d'un affleurement rocheux impressionnant.

Profil de référence:

TAIN077 (Maison Blanche), **CROZ078** (Fougearet) sont deux profils de lœss calcaire, à grosses poupées pour le premier, à pseudomycélium (filaments blancs) diffus pour les seconds. Limono-sableux fins, ils sont nettement effervescents dès la surface.

MERC08(cimetière) est sur un court coteau, en pente 10-15% d'exposition sud- On observe 2 mètres de limon sablo argileux très homogène, très peu calcaire à partir de 35cm, de structure continue finement poreuse (très tassé verticalement par la pelle, à bien décroûter) avec quelques rares pseudomycélium blancs. La chlorose ferrique observée à très peu de distance dans la parcelle ne peut être explicable par ce lœss lui-même, mais plutôt par la marne pliocène sous-jacente, qui doit 'remonter' très rapidement à faible distance, mais n'apparaît pas dans ce profil. Autour du profil, c'est un CALCISOL de lœss de pente- pH basique, pas de calcaire total ni actif, forte réserve utile >250 mm

Caractéristiques générales

Texture:

D'abord une dominante limoneuse, avec un toucher très doux dû à la dominante de limons grossiers (taille: autour de 50µ (0.05mm) en proportion de 30 à 40%.

En moyenne 12 à 18% d'argile dans un lœss typique 7116, un peu plus dans un lœss calcique (voir 7136). Et surtout, très peu de sables grossiers (diamètre de 0.5mm à 2mm), moins de 5-10%. Si l'on trouve des pourcentages plus élevés, c'est qu'on est en général en présence d'un mélange (avec des sables de terrasse ou des sables de granite). Les sables grossiers ne sont pas transportés par le vent sur de grandes distances. Mais attention on peut trouver une petite fraction de sables grossiers calcaires qui sont alors des mini-poupées de calcaire redistribué, ou des pseudomycéliums fragmentés lors de remaniements.

Couleur:

La couleur brun jaune (10 YR voire 2.5Y 5/4 à 5/6 avec une frange plus sombre en surface, est homogène en profondeur jusqu'à 70-80 cm parfois plus.

Les fins filaments blancs se voient très bien. S'ils apparaissent avant 30-40 cm c'est que le sol est érodé de son horizon supérieur.

Structure:

En surface elle est souvent finement polyédrique, plutôt arrondie. Mais si le sol est compacté et pauvre en matière organique elle prend rapidement un aspect continu ou même feuilletté, très sensible à l'érosion éolienne si elle est trop émiettée.

En profondeur, pas de structure en mottes ou en prismes car il n'y a pas assez d'argiles. A grande profondeur une vague structure prismatique très large et peu ouverte peut cependant apparaître. Les horizons ont un aspect assez continu, restant friables tant qu'il y a un peu d'humidité dans le sol. Un morceau de sol détaché de la paroi du profil (après nettoyage sur 10-15cm au-delà du lissage de la pelle), regardé de très près, montre une fine porosité tubulaire assez continue et verticale. La densité apparente reste faible même au-delà de 60 cm (Da = 1.23 INRA1968)

Le réservoir hydrique et les racines.

Le réservoir est très proportionnel à la profondeur, donc vite très bon. 260 à 300 mm sont facilement atteint si l'épaisseur dépasse 150 cm ce qui est fréquent.

Les mouvements ascendants et horizontaux par capillarité, de l'humide vers le sec, sont très efficaces. Il y a souvent peu de racines, elles sont lisses, verticales, espacées et atteignent rapidement, en 4 ou 5 ans seulement, les 2m de profondeur...l'eau va aux racines, qui n'ont pas besoin de beaucoup se ramifier pour aller la trouver (économie d'énergie pour la plante).

Mais cette capillarité explique aussi qu'en l'absence d'un mulch de surface, cailloux, compost, ou de travail du sol qui va briser les pores, l'évaporation soit particulièrement rapide. En faible ou moyenne épaisseur, les loess se dessèchent très vite après un démarrage de végétation facile.

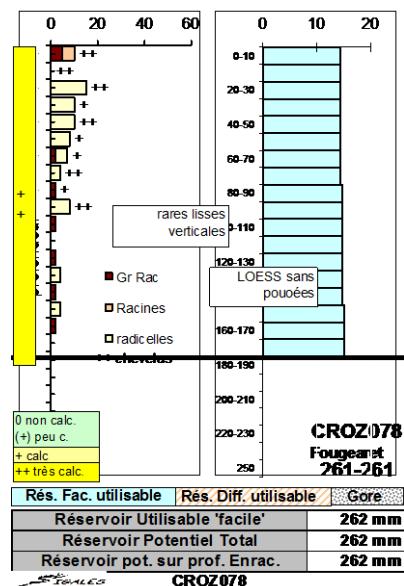


Figure 54: Profil hydrique de lœss

Caractéristiques agronomiques:

Terres douces, terres de vent, les sols de lœss présentent une fragilité structurale de surface (aspect glacé caractéristique de la battance surtout quand ils ne sont plus calcaires). Ce sont des sols à ne pas émietter sous peine de les voir partir en poussière. Ils présentent cependant, même sous une éventuelle semelle compactée, une porosité naturelle tubulaire, donc solide et permanente, en profondeur. Ces deux aspects ne sont pas contradictoires.

ANALYSES DE TERRE TOUS LŒSS (moyennes)

| Profondeur de prélevement moyenne en cm | LŒSS HORIZONS A | Analyses des sols de lœss | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|--------|--------|-----------------|-----------|----------|----------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|--------------|------|--|-------|------------------|---------|----------|--------|--------|------|------------|
| | | MO % | pH H2O | pH KCl | Caclate total % | Ca_acid % | Fe mg/kg | Argile % | Limon TOT % | Lim fin % | Lim gros % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab. gros. % | CEC | Capacité d'échange cation échangeable kg | S/T % | Tx de Saturation | K/CEC % | Mg/CEC % | "CECm" | Cu ppm | P205 | P205 Olsen |
| 18 | moyenne catégorie | 1,1 | 8,3 | 7,9 | 18,8 | 5,4 | 43,6 | 14,3 | 42,1 | 14,6 | 27,6 | 42,5 | 30,8 | 11,7 | 8,5 | 100 | 2,6 | 7,3 | 44,9 | 16,8 | 200,2 | 27,3 | | |
| 30,0 | maximum catégorie | 1,7 | 8,6 | 8,1 | 31,5 | 14,7 | 68,0 | 23,4 | 55,1 | 23,0 | 41,3 | 63,6 | 45,1 | 40,3 | 12,1 | 100 | 4,4 | 10,5 | 50,5 | 89,3 | 698,0 | 47,0 | | |
| 10,0 | minimum catégorie | 0,7 | 8,1 | 7,4 | 1,2 | 0,0 | 17,0 | 9,3 | 26,2 | 10,1 | 15,6 | 29,6 | 23,3 | 2,5 | 6,4 | 100 | 0,9 | 3,6 | 33,9 | 1,3 | 20,0 | 10,0 | | |
| 11 | nb valeur catégorie | 11 | 11 | 8 | 11 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 10 | 3 | |
| Profondeur de prélevement moyenne en cm | LŒSS HORIZONS B | MO % | pH H2O | pH KCl | Caclate total % | Ca_acid % | Fe mg/kg | Argile % | Limon TOT % | Lim fin % | Lim gros % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab. gros. % | CEC | Capacité d'échange cation échangeable kg | S/T % | Tx de Saturation | K/CEC % | Mg/CEC % | "CECm" | Cu ppm | P205 | P205 Olsen |
| 80 | moyenne catégorie | 0,4 | 8,3 | 7,2 | 10,7 | 3,0 | 55,3 | 20,1 | 44,0 | 15,2 | 28,9 | 35,6 | 28,1 | 7,5 | 10,7 | 98 | 1,5 | 3,4 | 48,3 | 1,7 | 79,3 | 21,5 | | |
| 110,0 | maximum catégorie | 0,7 | 8,5 | 7,9 | 36,0 | 8,5 | 64,0 | 24,9 | 50,6 | 19,3 | 36,7 | 45,2 | 30,6 | 14,6 | 13,9 | 100 | 2,2 | 5,2 | 54,1 | 3,5 | 171,0 | 27,0 | | |
| 60,0 | minimum catégorie | 0,2 | 7,8 | 6,6 | 0,2 | 0,0 | 31,0 | 12,4 | 34,2 | 11,4 | 21,3 | 29,5 | 23,4 | 0,8 | 6,4 | 90 | 1,0 | 2,3 | 41,2 | 0,6 | 27,0 | 16,0 | | |
| 6 | nb valeur catégorie | 4 | 6 | 3 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | | |

Tableau 55: Synthèse analyses des sols de lœss

La matière organique:

La moyenne de 1.1% (horizon A) est faible, mais avec deux profils très bas, sous 0.8% (Larn01 et Serv61). Un taux correct améliore la structure et surtout la cohérence des mottes de surface. Le sol est ainsi moins sensible à l'érosion hydrique et même éolienne. L'activité biologique du sol dépend étroitement de ce taux. On y observe souvent de nombreux turricules de vers en surface à l'automne. Ces turricules sont très stables, augmentent la rugosité de la surface et diminuent le ruissellement de façon sensible.



Photo 56: Des turricules très stables

Le calcaire et le pH

Le pH est toujours basique >8.

Le taux de calcaire total de surface varie beaucoup: de 0 à 31%. Le calcaire actif normalement modéré 3-8% (Une anomalie de 14,7% en SERV061 est curieuse et probablement erronée pour un calcaire total modéré de 24%)

Il faut donc préciser ce paramètre ce que nous ferons avec le troisième chiffre du code des profils:

7136-: S'il est Inférieur à 5 % nous appellerons les sols CALCISOLS. Ils sont alors un peu plus fins (presque limono argilo sableux LAS, avec 20 à 25% d'argile en profondeur), mais toujours poreux.

7116: S'il est supérieur à 5 % et inférieur à 25% CALCOSOLS hypocalcaires de lœss (jamais aucun problème engendré par le calcaire)

7116 ca: Au-delà de 25% nous parlerons de CALCOSOLS de lœss. En général les redistributions de calcaire seront très visibles: pouées ou pseudomycélium seront vraiment abondants en profondeur on parlera alors de CALCOSOL calcaire voir **7125 ou 7126**.

CEC et CECfm:

Les limons et les oxydes de fer sont bien associés et possèdent une certaine capacité d'échange, (habituellement réservée aux 'vraies' argiles et à la matière organique): La CEC est bonne en général et la CECfm assez élevée, supérieure >45-50 cmol/100g d'argile surtout dans les horizons bien colorés rougeâtres ou orangés. (mais les résultats du laboratoire sont très groupés pour ce paramètre)

4.4.2. LES SOLS DE LŒSS A POUPEES ET DE LŒSS DURCIS (7125 - 7124)

Ce sont les manifestations les plus visibles des redistributions calcaires:

Grâce à la forte porosité qui permet des circulations rapides de l'eau, les redistributions de calcaire (phénomène de dissolution et de redéposition en profondeur dans les pores) sont rapides et très visibles. Au-delà d'une certaine intensité, elles vont créer des horizons beaucoup plus calcaires, des pouées parfois très grosses de plusieurs centimètres de diamètre (leur aspect vertical fait penser à d'anciens cheminements racinaires ou terriers), voire de véritables bancs très durcis, structurés en bancs plutôt horizontaux de 5 à 10 cm d'épaisseur.

Ce phénomène est une caractéristique naturelle des lœss dans certaines conditions climatiques contrastées et pas trop humides, et n'est pas lié à un problème ou un défaut de culture quelconque.

Stade 1: 7116

Dans l'horizon moyen on observe très fréquemment des filaments blancs qui sont de très fins dépôts calcaires dans ces canalicules de la porosité. Ces 'pseudomycélium' (= comme des champignons) se voient très bien car ils tranchent sur la couleur brun à brun jaune assez soutenue du lœss (10YR5/6 voire 10YR 4/4 même en profondeur). Comme ils sont constitués de calcite pure, Ils font une très vive effervescence à l'acide dilué, bien que le sol contienne souvent moins de 15-20% de calcaire total. Parfois ces dépôts entourent les fines racines qui se trouvent en partie isolée du milieu (eau + éléments nutritifs)

Stade 2: 7125

Dans quelques profils ou parcelles ce sont les fameuses poupées: rognons calcaires globuleux verticaux de 3 à 15 cm qui marquent la redistribution importante du calcaire dans ces sols. La cassure de ces poupées n'est pas poreuse ni creuse, mais assez compacte et homogène, beige rosé clair, microcristalline.



Photo 57: Poupées et concrétions calcaires du lœss

Sur les bosses du relief, on voit ressortir les poupées en surface, ce qui témoigne de l'érosion progressive des horizons supérieurs, qui vont contribuer à épaisser les sols de l'unité suivante: les lœss remaniés (72--).

Stade 3: 7124

Enfin en de rares endroits, c'est un 'lœss durci' qui est constitué. Un banc de véritable rocher calcaire est édifié par les précipitations de carbonates de calcium qui limite la profondeur d'enracinement.

Ces reprécipitations exceptionnelles sont permises par des ruissellements latéraux d'eaux très carbonatées issues des reliefs calcaires proches (miocène ou pliocène). Ces reliefs peuvent avoir disparus par érosion.

L'horizon profond est totalement durci et peut mériter le qualificatif de pétrocalcarique' dont l'abréviation est km. On note donc ces sols 7125km, ou 7123km s'ils sont vraiment minces.

On trouve des lœss durcis dans les Monts du Lyonnais, dans des situations similaires de hauts de pentes de gneiss dominées par des cuestas calcaires. Nous n'avions pas rencontré ce phénomène dans les lœss des autres régions viticoles rhodaniennes plus méridionales ni en Suisse (Valais).

4.4.3. LES SOLS DE LŒSS REMANIES (7216)

Fragiles dès qu'ils sont dénudés, les lœss sont facilement repris par le ruissellement de surface ou même l'érosion éolienne. Ils vont alors s'accumuler après un bref transport hydrique sur les replats

intermédiaires et inférieurs ou dans les concavités. Dans ce cas ils sont souvent moins calcaires, plus bruns, et les profils vont nous dévoiler des discontinuités horizontales, voire des intercalations de cailloutis ou de sables. On passe alors aux unités [74] et [75] quand le lœss reste dominant, puis [84], [85] ou [87] quand ils ne sont qu'une composante non dominante du sol. (Voir paragraphes suivants)

Souvent également ils participent pour une part variable aux sols de colluvions des bas de pente ou des remplissages de vallons. Le brassage est alors plus complet et on ne reconnaît pas les apports successifs. Mais ils transmettent le caractère 'calcaire' aux sols.

4.4.4. LES SOLS DE LŒSS DE PENTE MÉLANGES

4.4.4.1 ...de sables de granites

(Codes 7416)

La texture est encore limono-sableuse, mais les sables sont pour partie nettement plus grossiers. On peut également trouver des petits graviers de granite. En surface, le masque de ces petits graviers peut tromper sur la nature du sol. Les vers anéciques qui parcourent souvent bien les sols de lœss, laissent dans ces sols mélangés des traces particulières: des chenaux verticaux et logettes remplis de fins graviers du granite (photo ci-contre).

Le réservoir diminue un peu car la texture est un peu plus grossière, mais reste bon grâce à la profondeur.

Le calcaire total est faible à modéré et le pH basique >8.

CROZ071, situé en bas de pente est franchement très profond: code profil 7416



Photo 58: Chenaux à graviers dans un lœss remanié

4.4.4.2. ...de galets siliceux

(Codes 7515-7516)

Les galets sont bien visibles, mais pas encore suffisamment abondants pour modifier le réservoir hydrique global de façon conséquente. La fraction fine du sol reste très lœssique, calcaire. Les galets protègent la surface de l'érosion dans les pentes.

4.4.4.3. ... de Galets siliceux et de sables de granite

(Codes 7615-7616)

Combiné des deux précédents 74+75

4.4.5. LŒSS SUR D'AUTRES FORMATIONS À MOINS DE 1.2 METRES

Lœss sur granite ou gneiss: 7215/12 7215/15, 7436/12,

Le lœss, peu mélangé [72], ou mélangé de sable, [74] recouvre proprement le granite ou gneiss. Le premier horizon est donc fondamentalement différent en texture couleur et pH. Il n'y a pas ou peu de cailloux ni graviers en surface, parfois quelques poupées blanches

Les plus caractéristiques sont **SERV061** et **SERV062**.

Le calcaire total est de 20 à 25% sur au moins 90 cm.

- En **SERV061** on observe que le saprolite de gneiss est imprégné de calcite. Au moins en surface le lœss n'est pas mélangé aux sables grossiers d'arène. Code profil 7216/(15ca)
- **SERV062** est un peu moins profond mais assez similaire: Code profil: 7215/15 gneiss plus dur
- En **SERV062bis** rien en surface ne laisse présager une remontée rocheuse aussi rapide (rocher dur à 60 cm): Code profil **7213/15**

4.4.6 SOLS INFLUENCES PLUS DISCRETEMENT PAR LES LŒSS (XXXX <71 ou /71)

Souvent, le lœss n'est plus qu'un discret amendement naturel, un saupoudrage calcaire, qui suffit à remonter nettement le pH au-dessus de 7, dans le secteur des granites aussi bien que dans ceux des terrasses à galets.

4.5. LES TERROIRS COMPLEXES DES PENTES [80 A 88]

Dans ces sols qui proviennent de superpositions ou de mélanges il ne faut plus chercher à reconnaître des horizons liés à leur vieillissement, mais plutôt à comprendre les proportions des différents matériaux superficiels (löess, terre des terrasses à galets, sables des granites) et leur épaisseur au-dessus de la roche ancienne: marne ou granite/gneiss.

Avant d'entrer dans le détail, on peut dire que les sols de pentes ne sont jamais aussi extrêmes que les sols sur matériaux en place (ni extrêmement sableux, ou argileux, ni très acides). Les transitions sont plus progressives, sauf au niveau du passage à la roche ancienne (marne ou granite). Ils sont souvent profonds ou très profonds. Mais leurs textures et charges caillouteuses varient beaucoup.

On distinguera encore une fois les secteurs à l'est (zone1) ou à l'ouest (zone3) de la faille de Larnage.

Le niveau de la plaine de piémont (Chassis) se situe autour de 150m environ, alors que les crêtes granitiques dominent à plus de 350m à l'ouest de Larnage, et ce qui reste de la haute surface sédimentaire (à l'est de Larnage) est nivéé autour de 260m.

Les vallons sont nombreux et leurs pentes souvent propices au vignoble, bien que soutenues. En contrepartie, ces incisions assez intenses dissèquent le relief et rendent les déplacements et les accès plus compliqués.

Comme trois ou quatre matériaux se superposent dans les massifs, les remaniements de pentes sont évidemment assez variés. Mais ils ne sont pas tout à fait chaotiques et on peut y trouver une logique de répartition des sols, ce que l'on appelle des toposéquences. Elles sont cependant assez difficiles à vérifier dans le détail car les sols sont souvent très caillouteux en surface !

A l'ouest: Les pentes du secteur des coteaux cristallins

Unités [81] [82] [83] [84] [85] et [86]

Entaillées par le Rhône et ses petits affluents locaux, les pentes vigoureuses mais très irrégulières du massif granitique nous ont réservé bien des surprises, dont nous avons déjà parlé aux chapitres 4.1 et 4.3.

Il n'est pas rare d'y trouver des groupes de parcelles de moins de 1 hectare où coexistent sols simples de löess, galets ou granite, et combinaisons des 3, soit en mélange chaotique, soit en superposition verticale löess sur galets sur granite. Heureusement textures, calcaire, cailloux et couleurs sont bien différentes et permettent de s'y retrouver à peu près.

A l'est: Les pentes du secteur des coteaux sédimentaires

Unités [81] [85] [87] et [88]

Les petits ruisseaux assez nombreux qui ont retaillé cette surface ancienne ont creusé sans peine dans le substrat pliocène tendre et calcaire pour rejoindre le niveau de l'Isère.

Le cailloutis de galets, d'une épaisseur importante (10m et plus) est souvent calcaire et encrouté dans la masse (griffe), mais peut encore être surmonté d'un épais horizon argileux rougeâtre et acide.

Il est souvent recouvert d'un «manteau» de löess calcaire de 1 à 2 mètre d'épaisseur, plus même dans des pièges topographiques.

La marne inférieure est peu perméable et susceptible de glissement en masse.

On distinguera:

- les pentes très fortes, instables, des vallées en V, vigoureusement entaillées où il est illusoire de dessiner des unités cartographiques autres que combinées.
- les pentes plus douces qui raccordent les replats aux larges vallons sans cours d'eau très actif, plutôt en voie de comblement. Les superpositions plus calmes sont mieux cartographiables.

4.5.1. LES PENTES DANS LE SECTEUR DES COTEAUX DU SOCLE PRIMAIRE

Unités [81] [82] [83] [84] [85] et [86]

Pour 28 hectares, pas moins de 72 unités ont été dessinées. C'est dire l'émettement de la cartographie.

Les unités [83] et [84] dominent largement:

8336 Ce sont essentiellement les sables de granite ou cristallins très épais (plus de 120 cm) sans mélange. Sol sableux grossier, peu acides ou neutres car il y a très souvent des traces de lœss et/ou quelques pouées.

8366/15 sont moyennement épais (80 cm à 120 cm) au-dessus du granite/gneiss. Donc plus que les unités 1503 ou 1203 et moins que les 8366.

8336 /71 sont épais et resaturés en calcium et ils recouvrent le lœss [71] pur: LARN080.

8416- 8436 Ce sont les sols profonds de sables de granite et lœss mélangés, très peu calcaires en général mais pas acides.

8415 /12-/15 ou /13 sont un peu moins épais au-dessus du granite, du gneiss, ou du granite kaolinisé blanc de Larnage.

8636 On trouve aussi des 'trilogies' bien ordonnées, où l'on reconnaît chaque couche: du haut vers le bas: les sables - les galets - les lœss puis le saprolite de granite (profil EROM065).

Puis en petites surfaces:

Des sols où les galets dominent très largement (**8136**)

Ou bien les galets sont en mélange avec du sable de granite (**8236**)

Ou encore les galets sont en mélange avec du lœss (**8536**)

Sauf pour les [83] qui peuvent être un peu acides, tous les autres remaniements sont en général neutres ou un peu calcaires.

NB: Les fonds des combes étroites mais cultivables ont été regroupés dans les unités [98] et sont un mélange des trois composantes avec des sables grossiers dominants.

4.5.2 LES PENTES DANS LE SECTEUR DES COTEAUX SEDIMENTAIRES

Unités [81] [85] [87] et [88]

Le démantèlement constant des talus d'escarpements des hautes terrasses au-dessus de la marne pliocène donne naissance à une série de sols que l'on retrouve à peu près du haut vers le bas.

Ces escarpement verticaux correspondent au matériau parental des hautes terrasses, similaire à celui des basses terrasses, mais surmontés de sols beaucoup plus évolués.

Ils sont composés de galets mixtes (siliceux cristallins et calcaires) avec de très fréquentes cimentations en poudingue très dur par de la calcite recristallisée (griffe). Ces cimentations peuvent avoir trois explications, non exclusives l'une de l'autre:

1. Elles préexistaient dans le cailloutis dès son dépôt quand le cours d'eau circulait encore à leur niveau (encroûtement de battement de nappe alluviale),
2. Elles ont été formées par évolution pédologique verticale par le jeu des dissolutions de calcaire depuis la surface puis redéposition en profondeur (encroûtement de sol),
3. Elles sont alimentées par des écoulements ou de transferts latéraux permanents d'eaux très calcaires qui relarguent leur carbonates quand elles sortent sur les rebords du plateau).

Puis dans la pente vont se succéder:

Code 8116: Sols irréguliers des hauts de pente et pentes très fortes, très caillouteux, clairs et à lentilles de terre rougeâtre, calcaire ou non, assez chaotiques avec des débris de conglomérats cimentés de calcaire. Ces sols semblent très bruts, clairs et assez séchants, encore très peu transformés (pas de profils dans ces zones souvent très pentues et qui ne représentent qu'un bout des parcelles). De plus on voit souvent un profil naturel dans le talus de bordure du haut (limite du défrichement).

Il faut imaginer que des pans entiers ont pu se détacher ou glisser pour comprendre certaines juxtapositions assez chaotiques (bien repérées dans des talus frais de construction à proximité du village de Mercurol). Des terrassements importants ont pu aussi atteindre la marne beige brute qui affleure parfois en pied de talus à l'amont des parcelles à mi pente du coteau des Pends.

Code 8716 /45 Sols caillouteux en surface (galets + löess), sur marne (1/3 inférieur des coteaux, pentes moyennes régulières)

Le mi coteau peut être décrit par les profils MERC 03-04 ou 29 qui logiquement montrent un horizon de surface souvent très caillouteux (galets), qui tranche avec la marne en place sous-jacente, sans aucun galet (gris jaune à gris bleu, litée, avec des lignes blanches de calcaire qui soulignent la stratification géologique du dépôt initial).

Texture: plutôt sablo-argileuse, voire sableuse en surface, avec des sables grossiers, elle devient très limono-argileuse dès que la marne est atteinte.

Il y a un changement de couleur brutal, qui passe du brun roux/orangé au gris jaune, plus ou moins lité. On ne trouve plus aucun galet lorsque la marne est atteinte.

Le calcaire passe de ‘traces ou faible’ en surface au niveau élevé de calcaire de la marne brute: 30 à 50% de calcaire total dans la terre fine, largement compris dans la fraction limoneuse fine, donc relativement assez actif (12-20% de calcaire actif)

Profil hydrique

Il est assez confortable en général car la marne, même litée constitue un réservoir de profondeur assez important (les profils, même en pente, étaient bien frais en profondeur). Le litage, souvent parallèle à la surface ou sub-horizontal, ne rend pas la marne totalement imperméable, même s'il ralentit beaucoup la vitesse d'infiltration de l'eau MERC029.

Plus la marne sera proche de la surface, et la pente forte, plus les sols craindront les fortes intensités pluviométriques qui vont saturer les horizons de surface, jusqu'à les ravinier, alors que les pluies fines et lentes leur profiteront bien mieux, et pénètreront plus en profondeur.

La couverture de galets joue un rôle protecteur mécanique considérable dans la stabilisation et donc l'approfondissement de ces sols au-dessus de la marne brute.

Mais on note aussi un effet plus difficile à quantifier: des dépôts de cristaux de calcaire autour des cailloux et dans la porosité de l'horizon de transition, qui tend (naturellement) à se ‘calciter’ et à se fermer, comme on a pu l'observer aussi dans les interlits et joints de la marne. Ceci est très bien observé dans le profil MERC023.

Quand le löess contribue manifestement au sol on dispose de 2 autres codes

8516: sols de pente à galets mélangés de löess (pas de marne visible)

8816: Sols de pente, avec galets, mélangés de marne (est de Curson)

8836: Sols de pente plus caillouteux, avec galets et peu de lœss et de marne, donc très peu calcaires, rougeâtres, qui sont essentiellement des remaniements de sols de terrasse rouge (Château de Curson)

4.5.3 SOLS COMPLEXES EN BAS DE PENTE: COLLUVIONS DE MARNE, GALETS SUR LA TERRASSE RISS

Codes 8736 /61

En continuité avec le bas des séries précédentes, ils forment le raccordement avec le haut niveau des Chassis. Ils occupent en particulier le bas du coteau des Pends et du Château de Curson.

Dans ces sols très profonds, l'horizon supérieur est très peu calcaire, car c'est le résultat du colluvionnement des sols mélangés de terrasse (un peu de galets, un peu de lœss) avec un peu de marne [87] du coteau. Mais vers le bas du profil ce n'est pas la marne pliocène brute qui apparaît, mais le niveau de terrasse Riss évoqué à la fin du paragraphe 4.2.1.3., de code 6166. Ce niveau profond n'est pas calcaire, sablo-argileux, rougeâtre, avec des galets très altérés vers le fond.

La couverture de galets peut être encore importante, donc assez similaire à ce que l'on trouve plus haut dans le coteau, mais en profondeur le sol est extrêmement différent, plus propice au développement des racines que dans la configuration précédente 4.4.1. (sur marne.) et le réservoir utilisable est assez bon (150-180 mm, selon le taux de sable et de cailloux).

Le profil MERC22 est bien représentatif de cette superposition, il est assez caillouteux en profondeur.

Codes 8836/61

En bas de pente (château de Curson) on retrouve la terrasse Riss en profondeur, sous le sol de remaniement 8836 lui-même assez caillouteux et pas calcaire.

4.6. LES TERROIRS DES COLLUVIONS ET ALLUVIO-COLLUVIONS RECENTES [90-97]

Comme sur toute appellation, il y a des bas de pentes dont les sols sont sensiblement épaisseis par de la terre fine et brune: ils forment la grande famille des COLLUVIOSOLS et sont peu évolués.

Nous traiterons également en fin de ce paragraphe de la frange d'alluvions récentes du Rhône (Fz de la carte géologique) qui porte quelques parcelles (code 9015).

Codes [91] à [98]

Point communs à NOS colluvions franches, les profils sont brun ou brun sombre (pas nettement rouge, orangé ou beige clair) sur au moins 1.20m en position basse et très peu pentue de bas de pente ou plaine. Ils sont assez homogènes, toujours moins extrêmes en texture, pH ou pierrosité que les sols des pentes dont ils sont dérivés. On ne trouve pas de matériel parental ancien avant 120 cm (longueur de la tarière).

S'ils présentent des horizons différents cela ne provient pas d'évolution interne au sol, mais de la superposition de plusieurs types de colluvionnement au cours du temps. En outre, au cœur des combes étroites et juste au pied des coteaux, les ruissellements latéraux s'y concentrent et ils sont toujours plus frais, plus longtemps dans l'année, donc plus froids que des sols de profondeur équivalente, mais pas situés en creux de relief.

Ces profils, tous profonds (1.80 à 2,20m) ont cependant, sur l'appellation Crozes-Hermitage, des réservoirs de taille très variable, en liaison avec la forte teneur en sable grossier (9436) ou en cailloux (9746) de certains d'entre eux, qui représentent plus des 2/3 de cette famille.

Plusieurs codes éclatent donc cette famille de colluviosols:

- En fonction de la texture:

[91] texture moyenne à moyenne/lourde L, LA, LAS, AL

[92] texture légère S, SL, LS, SAL

[94] texture légère ou très légère à sables grossiers et graveleux ou caillouteux

[95] Texture variable des remplissages des combes à fond plat (du massif granitique)

[97] Texture moyenne et galets des chenaux/lanières de la terrasse Würm

- Puis en fonction du calcaire 1: calcaire [91_16] ou 3: non calcaire [91_36]

| Id_profil | Lieu-dit | Code_cartographique | Synthese | RU | RU_racine | Profondeur d'ancrage | Dernières racines |
|--------------------------------|---------------|---------------------|--|--------|-----------|----------------------|-------------------|
| CHAN143 | PETIT CAIRE | 9236 | Sol brun non calcaire (pH faiblement basique) très profond sableux fin sur limono-sablargileux | 279 | 279 | 200 | 200 |
| CROZ072 | LES VOUSSERES | 9436 | Sol brun profond très sablo-graveleux, non calcaire (pH neutre) à passées de graviers et de loess (très peu) | 145 | 145 | 200 | 175 |
| GERV073 | LES CORNIRETS | 9136+/- | Sol très profond très peu calcaire (CALCISOL colluvial ou alluvial un peu évolué) | 287 | 287 | 190 | 160 |
| GERV074 | LES PONTAIX | 9436 | Sol brun sombre profond très sablo-graveleux, non calcaire (pH neutre) à passées de graviers puis cailloutis au fond | 96 | 96 | 180 | 160 |
| MERC144 | LES LAUPIES | 9216 /((63)) | Sol profond limono-sableux fin (loessique), peu calcaire, non caillouteux, sur ancien sol non calcaire de terrasse à galets (au-delà de 150cm) | 312 | 312 | 220 | 200 |
| familles [12] [13] [15] | | | | RU | RU_racine | Prof. trou | Dern. racines |
| Moyenne catégorie | | | | 224 mm | 224 mm | 198 cm | 179 cm |
| maximum catégorie | | | | 312 mm | 312 mm | 220 cm | 200 cm |
| minimum catégorie | | | | 96 mm | 96 mm | 180 cm | 160 cm |
| nb valeur catégorie | | | | 5 | 5 | 5 | 5 |

Tableau 59: Liste des profils issus de colluvions diverses

Comme ils proviennent de l'accumulation de la terre de surface plus ou moins humifère érodée depuis les versants proches, ils sont en général un peu mieux pourvus en matière organique (et en azote) en profondeur que les familles des pentes proches. Nous n'avons pas prélevé ces profils en profondeur.

Quand ils ne sont pas trop grossiers, ils ont un fort réservoir hydrique, bien disponible, plus rapidement et plus facilement rechargeé en pied de coteau et en combes que celui des sols de replats isolés (GERV073, plus loin du coteau était par exemple très sec en novembre).

Dans la grande carte simplifiée A2 on a regroupé d'une part les codes [91] et [92] et d'autre part les [94] [95] et [97] de réservoir plus modéré. Dans la carte A4 la plus petite et la plus simple on a tout regroupé en brun.

Codes 9116

Ils sont calcaires au moins en surface (9116) en contrebas des pentes marneuses [45] ou loessiques [71], de texture moyenne à lourdes et non ou peu caillouteux.

Codes 9136

Ils sont non calcaires, de texture moyenne à lourdes et non ou peu caillouteux dans le secteur Gervans-Crozes (GERV073) et sous le Château de Curson. (contrebas de pentes remaniées de terrasse ancienne, peut-être un peu caillouteux en profondeur dans ce dernier cas.

Codes 9236

Sols plus légers sablo-limoneux à limono-sablo-argileux, non caillouteux.

Codes 9436

Sols non calcaires, sableux et caillouteux (9436) voire peut-être un peu acides en contrebas des reliefs du socle cristallin (CROZ072-GERV074) et dans les combes des Voleyses (Chanos).

Codes 9416

Au débouché de petites ravinées s'envoyant dans les alluvions récentes du Rhône, ils sont à la fois calcaires, sableux et caillouteux.

Code 9536

Fonds de vallon étroits, à fond plat, dans le secteur granitique, peu de vigne.

Codes 9746

Ils sont caillouteux ou graveleux, non calcaires et rougeâtres sombres (9746) dans les « chenaux » du secteur des Chassis, plus argileux, moins caillouteux et plus profondément décarbonatés que les 6346 qui les encadrent

Dans de nombreux cas, l'érosion la plus récente (d'âge historique) peut avoir ramené de la terre calcaire au-dessus de terre non calcaire sur quelques centimètres: 9136+(GERV073)

Il est toujours instructif de repérer ces superpositions, car les portes greffes les plus faibles, très intéressants à utiliser dans ces situations souvent productives, sont toujours peu résistants au calcaire. On est a priori 'tranquille' lorsque l'horizon 50-120 cm n'est pas calcaire même s'il y a un peu de calcaire (au test HCL) en surface ou en profondeur.

En tout cas, l'épaisseur et la jeunesse des colluvions est liée à l'intensité de l'érosion des versants proches: ce que les uns ont perdu, les autres l'ont 'gagné'. Ceci s'est évidemment accéléré lors des premiers défrichements (enfoncement des vestiges archéologiques: on trouve des débris de poterie et de tuile au-delà de 80-100 cm) et plus encore lors de la période de 'non culture' un peu trop extrême qui a caractérisé les années 70-90. Les problèmes collatéraux parfois graves (inondations, coulées de boues, dommages à la voirie) ont partout conduit à aménager et gérer différemment les vignobles de pentes.

Si des épisodes de pluies intenses se multiplient, il faudra encore améliorer ces aménagements.

Codes 9015 et 9016

FLUVIOSOLS récents: En Bordure du Rhône, une petite unité concerne des alluvions récentes, non évoluées brun-gris, sablo-limoneuses à sablo-argilo-limoneuse, un peu calcaires, assez pauvre en matière organique en surface, sur horizon très caillouteux et sableux grossier en profondeur. Dans le profil Profil MERC155, la transition sable/cailloux est à 90 cm: code 9015 FLUVIOSOL typique calcaire à séquence d'horizons {LA/M/Dx} avec transition caillouteuse brutale. Le profil hydrique est très caractéristique et les racines foisonnent à la limite des galets sans passer plus bas à part quelques très rares et très fines.

A faible distance et au pied du talus de raccordement la profondeur de sable-limoneux peut dépasser 120 cm (code 9016) ou au contraire être réduite sur d'anciens bourrelets: les galets sont alors plus nombreux en surface car ils ont été mélangés par les défoulements. Le comportement est donc irrégulier.

5. RÉSULTATS COMMENTÉS DES ANALYSES DE TERRE

Voir le cahier II des annexes techniques pour les protocoles d'analyse, les normes et interprétations communes en vigueur, ainsi que des précautions d'utilisation pour chaque détermination (marges et causes d'erreurs ou de variations).

S'il n'y a jamais de lien direct entre un résultat de mesure isolé et la « qualité » ou la « typicité » d'un vin, les analyses de terre standardisées restent indispensables pour caractériser et comparer de façon objective les sols et repérer des carences ou toxicités possibles. Mais bien souvent les observations et analyses sur le végétal seront plus précises pour juger de véritables carences minérales ou en oligoéléments.

175 analyses complètes ont été demandées au laboratoire LARA-Eurofins, laboratoire agréé auquel ont recours les services techniques qui travaillent habituellement sur le secteur. (Voir le tableau complet page . Ces analyses correspondent à 99 profils différents, dont 66 ont été prélevés sur 2 niveaux.

On peut apprécier dans le tableau résumé ci-dessous qui est segmentés selon 3 profondeurs de prélèvement A-B-C- les gammes très étendues qui ont été trouvées: moyennes, mini et maxi, ainsi que le nombre de valeurs dans chaque catégorie.

| Profondeur de prélèvement moyenne en cm | SIGALES 2010 Horizons A | Mo% | pH H2O | pH KCl | Calcaire total % | Ca_acif % | Fe mg/kg | IPC | Argile % | Limon TOT % | Lim fin % | Lim gros % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab. gros.% | CEC Capacité d'échange Cation smolkg | T.S. % | Ts de Saturation | K/CEC% | Mg/CEC % | "CECfm" | Cu ppm | P205 JH | P205 Olsen |
|---|-------------------------|------|--------|--------|------------------|-----------|----------|-------|----------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|-------------|--------------------------------------|--------|------------------|--------|----------|---------|--------|---------|------------|
| 20 | moyenne catégorie | 1,15 | 7,2 | 6,2 | 3,4 | 0,7 | 92,2 | 5,2 | 16,2 | 27,0 | 14,9 | 12,1 | 55,7 | 16,1 | 39,6 | 8,9 | 88 | 4,5 | 10,1 | 40,9 | 16,6 | 203,5 | 62,2 | |
| 20,0 | maximum catégorie | 3,1 | 8,6 | 8,2 | 31,5 | 14,7 | 470,0 | 121,1 | 40,5 | 58,4 | 38,4 | 29,4 | 81,6 | 45,1 | 75,5 | 24,1 | 100 | 14,0 | 30,9 | 116,5 | 138,3 | 734,0 | 153,0 | |
| 15,0 | minimum catégorie | 0,3 | 5,3 | 4,1 | 0,0 | 0,0 | 17,0 | 0,0 | 4,7 | 13,1 | 5,5 | 6,2 | 10,2 | 3,6 | 1,3 | 3,2 | 34 | 1,1 | 2,3 | 20,0 | 1,0 | 12,0 | 7,0 | |
| 99 | nb valeur catégorie | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 41 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur de prélèvement moyenne en cm | SIGALES 2010 Horizons B | Mo% | pH H2O | pH KCl | Calcaire total % | Ca_acif % | Fe mg/kg | IPC | Argile % | Limon TOT % | Lim fin % | Lim gros % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab. gros.% | CEC Capacité d'échange Cation smolkg | T.S. % | Ts de Saturation | K/CEC% | Mg/CEC % | "CECfm" | Cu ppm | P205 JH | P205 Olsen |
| 74 | moyenne catégorie | 0,46 | 7,0 | 5,8 | 2,7 | 0,7 | 58,3 | 20,5 | 24,6 | 23,0 | 13,6 | 9,4 | 52,0 | 10,3 | 41,7 | 12,6 | 82 | 2,5 | 8,3 | 46,9 | 2,2 | 50,5 | 33,7 | |
| 145,0 | maximum catégorie | 1,4 | 8,6 | 8,2 | 52,0 | 16,4 | 156,0 | 225,0 | 49,9 | 66,8 | 46,1 | 28,2 | 73,1 | 29,0 | 65,2 | 23,7 | 100 | 9,1 | 26,7 | 65,3 | 21,6 | 221,0 | 136,0 | |
| 50,0 | minimum catégorie | 0,0 | 5,4 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 19,0 | 0,0 | 10,2 | 5,6 | 0,0 | 3,8 | 5,6 | 1,0 | 0,1 | 5,5 | 48 | 0,6 | 2,2 | 34,1 | 0,2 | 6,0 | 8,0 | |
| 67 | nb valeur catégorie | 66 | 67 | 66 | 67 | 67 | 66 | 32 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 67 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 63 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur de prélèvement moyenne en cm | SIGALES 2010 Horizons C | Mo% | pH H2O | pH KCl | Calcaire total % | Ca_acif % | Fe mg/kg | IPC | Argile % | Limon TOT % | Lim fin % | Lim gros % | Sable TOT % | Sab fin % | Sab. gros.% | CEC Capacité d'échange Cation smolkg | S.T. % | Ts de Saturation | K/CEC% | Mg/CEC % | "CECfm" | Cu ppm | P205 JH | P205 Olsen |
| 98 | moyenne catégorie | 0,30 | 7,3 | 6,0 | 0,7 | 0,0 | 72,6 | 0,0 | 13,8 | 21,8 | 11,4 | 10,4 | 64,2 | 10,7 | 53,5 | 9,3 | 97 | 1,9 | 12,5 | 86,0 | 2,2 | 52,6 | 36,0 | |
| 170,0 | maximum catégorie | 0,7 | 8,8 | 8,1 | 4,4 | 0,0 | 165,0 | 0,0 | 45,3 | 52,0 | 36,7 | 24,5 | 90,3 | 30,6 | 87,6 | 22,9 | 100 | 3,0 | 34,1 | 175,8 | 3,8 | 171,0 | 63,0 | |
| 60,0 | minimum catégorie | 0,1 | 5,3 | 3,8 | 0,0 | 0,0 | 24,0 | 0,0 | 2,9 | 6,6 | 2,4 | 4,2 | 2,3 | 1,9 | 0,4 | 3,1 | 66 | 1,2 | 4,2 | 41,2 | 1,1 | 7,0 | 9,0 | |
| 10 | nb valeur catégorie | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 2 | |

Tableau 60: Synthèse des analyses - Tout Crozes-Hermitage (99 profils)

Il faut évidemment dégrouper encore les résultats par familles de sols pour en tirer des renseignements utilisables pour des conseils généraux. Et chaque profil pris isolément peut s'écarte nettement de la moyenne de sa famille (conseils individuels).

5.1 LA TEXTURE

Dans les familles [50], [60-61] [63], le taux d'argile passe très souvent de moins de 10% en surface à plus de 25%, voire 45% en profondeur pour les [50]. Ce sont des sols à caractère lessivé, de pH acides (si non chaulé), donc de structure instable en surface (sensibles à la battance, à la compaction).

Les sols des unités [10-11-12-13-15] ont une texture sableuse avec des sables grossiers très dominants ; Ils sont moins battants, mais ont une très faible capacité de stockage (eau et cations).

5.2 LE pH ET LE TAUX DE SATURATION

La majeure partie des sols (66%) ne sont pas calcaires, donc ils présentent un pH naturel neutre ou acide. C'est le lot des sols sur roches cristallines, sans calcaire 'de naissance', et des sols de terrasses anciennes qui ont 'perdu' tout leur calcaire par lessivage.

Les pH acides sont en général bien maîtrisés, mais il y a encore quelques points bas, sans logique géographique évidente (ce facteur est très lié aux pratiques individuelles).

Seuls 10% de nos prélèvements de surface, (10 échantillons) sont au-dessous de pH6, et 5% seulement au-dessous de pH 5.5. C'est le seuil d'alerte théorique en deçà duquel il est nécessaire de le remonter, au moins pour les nouvelles plantations et certaines cultures entre replantations.

Les pH les plus bas descendent jusqu'à 5.3 (terrasses anciennes et sols issus des granites).

11% de l'ensemble des prélèvements, de surface et de profondeur, soit 19 échantillons, sont au-dessous de pH6 et 8 (5%) au-dessous de pH5.5.

Les sols potentiellement acides avec pH<6 devaient couvrir bien plus de surface (autour de 30 à 40%) mais les chaulages ont amenuisé ce pourcentage, probablement autour de 10-12%:

Il s'agit des sols avec le chiffre d'évolution 5, 6, 7 ou 0g (sols non évolués sur roches cristallines, sans loess ni éboulis de pentes) et d'une partie des plus épais des sols des chassis (6346 c,d).

Les résultats, rapportés sur une zone à type de sol comparable (des 'Chassis'), étaient un peu plus acides en 1967: pH 6.1 contre 6.7 en moyenne aujourd'hui.

Il faut noter que pour des sols limoneux peu caillouteux (certaines moyennes terrasses 6156 6346, 9746, ou loess décalcifié 7136), la structure est fragilisée par le manque de calcium, et donc encore plus sensible au compactage. Nous avons observé quelques profils présentant de telles semelles.

Ces pH naturels un peu bas, associés à des textures souvent peu argileuses en surface expliquent la rapide minéralisation de la matière organique. (voir § 5.3)

On remarque aussi pour la zone des terrasses à galets basses et moyennes (codes 60-61 et 63), des différences communales qui peuvent trahir l'âge un peu plus vieux des paliers de terrasses de Mercurol par rapport à leurs prolongements sur les communes voisines:

- les 14 profils de Mercurol (terrasse à galets) sont en moyenne à pH 6.4
- les 21 profils de Pont d'Isère/la Roche de Glun sont en moyenne à pH 7.1
- et les 18 profils de Beaumont-Monteux sont en moyenne à pH 6.8.

Les pH maxima n'ont pas de signification intéressante: ils sont toujours supérieurs à 8-8.3 dès qu'il y a un peu de calcaire dans la terre fine, et cela fait partie du caractère du sol (ne pas chercher à le corriger, la vie du sol est adaptée à ce pH). Des apports de compost peuvent cependant rendre des éléments nutritifs plus assimilables.

Enfin comme nous l'avons déjà signalé à maintes reprises, les saupoudrages de loess peuvent remonter les pH de façon spectaculaire mais très irrégulière dans toutes les unités normalement acides donc les [12-13-15 et 51-53-55] et le mélange d'échantillons n'est pas bien adapté (très peu de terre calcaire peut neutraliser un échantillon acide. On se souviendra des deux tests de terrain : le premier est le test «pH mètre Hellige » pour les extrêmes de pH (seul le virage au rouge fuschia est vraiment un indicateur fiable de pH trop acide) et le second l'acide chlorhydrique dilué à 6% pour déceler la présence de calcaire total) que nous avions montrés pour dégrossir la question en cas de doute. (Les deux fioles de réactifs ne devant pas s'approcher l'une de l'autre).

5.3 LA MATIERE ORGANIQUE

C'est un des seuls paramètres dont nous pouvons essayer d'apprécier statistiquement l'évolution depuis 1967, à profondeur de prélèvement équivalente évidemment. (prélèvements 1967- étude INRA 1968)

Le graphique suivant indique pour chaque point le niveau de matière organique (axe vertical) et la profondeur de prélèvement (axe horizontal).

On voit tout d'abord qu'elle ne tombe pas à 0 vers la droite après 50 cm, et donc qu'il existe un stock de carbone piégé dans les horizons profonds des sols. Ce carbone est certainement dans des composés organiques différents, moins solubles.

On a représenté les données 2009-2010 (points verts) et leur tendance en profondeur (**ligne verte**) avec les données de 1967 et leur tendance (sous verger/vigne, points et ligne **en rose**). Le décalage des deux courbes est significatif dans les horizons supérieurs.

C'est une approche grossière, puisqu'elle ne concerne que des moyennes, mais on peut noter que:

Pour les horizons 0-40 (moyennes de prélèvement autour de 20 cm de profondeur) la moyenne actuelle (toutes catégories de sols) est de 1,14 % lorsqu'elle était de 2,20% en 1967 (sans tenir compte des horizons très superficiels encore mieux pourvus, qui étaient prélevés à l'époque par l'INRA, lorsque le nombre d'analyses n'était pas compté !).

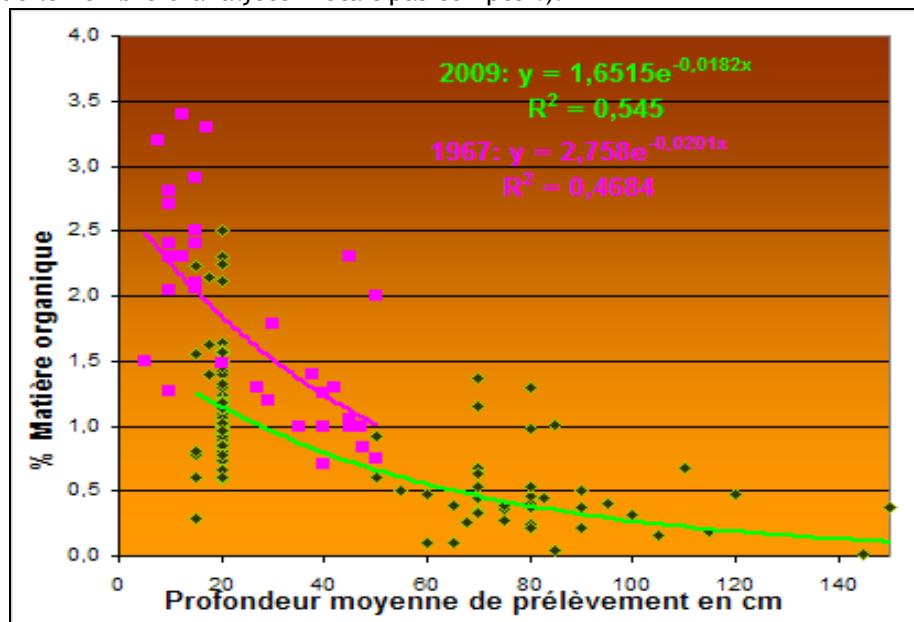


Figure 61: La matière organique et profondeur de prélèvement
1967 (rose) et 2009 (vert)

L'alignement vertical à 20 cm de beaucoup de nos points verts s'explique par le fait que nous prélevons très souvent la tranche 10-30 cm (= moyenne 20 cm) pour éviter les effets de surface.

Ces moyennes ne doivent pas masquer l'étalement très large des mesures: de 0.3 à 3.5% pour 100 mesures de 2009-2010.

On remarque aussi qu'en 1967 on ne mesurait pas la matière organique au-delà de 50 cm de profondeur (il en est toujours ainsi en agronomie) alors qu'elle n'est pas tout à fait négligeable, probablement à cause des racines qui se décomposent et de la bioturbation (on repère assez facilement des vers à 60-80 cm et au-delà). Cela représente un stock de carbone important, qui n'est donc jamais estimé.

On peut noter aussi, dans notre échantillonnage de 2009-10, des différences qui semblent significatives selon les modes de conduite et les familles de sol.

(Point à consolider s'il y a vérification des renseignements parcellaires):

Les parcelles désherbées en totalité sont autour de 1.12%, les enherbées ou travaillées autour de 1.40%. Cela semble logique, mais n'est pas anodin: ces 0.28% de différence, représentent sur 30 cm un écart de capital de 10 tonnes par hectare de matière organique (sèche), pour 3000 mètre cubes, soit 3600 tonnes de terre).

Elle est sensiblement plus faible dans les sols sableux acides de la série 3 (de Crozes-Hermitage à Serves), mais elle l'était déjà en 1967.

Famille des [10] sur roches cristallines, sans mélange: moyenne 1.01%

Famille des [71-72] sur loess: moyenne 1.14%

Famille des [60] terrasse 'chassis' et des [80] remaniements de pentes: 1.28%

Familles des [40] marnes, [50] hautes terrasses: 1.50%

Ces nuances confirment des résultats que nous avons lentement acquis: avant tout, ce sont les styles de climat (température de surface, répartition des pluies, facilité d'enherbement, vigueur) et de sol (taux, d'argile/sables et sables grossiers, et pH) qui conditionnent le niveau de stabilisation de la matière organique quand on apporte pas ou presque plus de matière organique: en moyenne, des sols argileux et calcaires du sud-Bourgogne sont stabilisés autour de 2%, des sols sableux grossiers granitiques du Beaujolais à 0.6% (ils sont plus acides qu'ici), des sols plus méridionaux mais plus argileux et calcaires qu'à Crozes-Hermitage autour de 1.5% et plus au sud encore, les 1% ne sont plus atteints même en sols argileux et calcaires. La restitution au sol des sarmements (sains) est impérative.

On peut ainsi bien remarquer qu'il y a de multiples facteurs liés: ainsi les sols les plus argileux en surface (Argile>20%), sont aussi les plus basiques (pH>7.5) et ont un taux de matière organique meilleur (1.6%). (Elle est moins vite minéralisée, moins vite 'brûlée' à cause (ou grâce) au calcaire actif qui l'insolubilise en partie). Encore un exemple prouvant qu'il ne faut pas tirer de conclusions directes de l'observation d'un facteur isolé.

5.4 LE CALCAIRE TOTAL DE LA TERRE FINE - LE CALCAIRE ACTIF

On l'a vu, les sols contenant plus de 3% de calcaire total ne concernent que 30% des profils et environ 829 ha (soit 22% des 3800 traités): unités à chiffre d'évolution 1-2-et 0c (non évolués sur calcaires): par exemples 4515 (sols de marne), 7116 (sols de loess), 6305 (les sols des pentes de terrasse), et les sols qui ont été recarbonatés par les loess <71, ou des éboulis de pente <83.

Le calcaire actif n'est important que dans les sols issus de marne [45] et sur marne ----/45.

Les loess profonds, constitués pour une bonne part de limons grossiers et sables fins ne sont en général pas très chlorosant (au sens vrai de carence ferrique induite) même s'ils peuvent doser entre 15 et 30% de calcaire total.

Mais ils peuvent être associés à des chloroses indirectes (charge trop importante), ou quand ils sont en masque au-dessus des marnes (chlorose ferrique liée à la marne, ou chlorose d'humidité liée à l'imperméabilité relative de la marne qui crée des mouillères).

Enfin quand ces loess sont à la limite du 'banc durci' les pores sont totalement colmatés par de la calcite, les fines racines sont prises dans un gangue calcaire et cela peut perturber leur fonctionnement. C'est un phénomène d'accumulation lié aux circulations d'eau, en général localisé sur les rebords de plateau et qui n'est donc pas directement lié à la composition du loess initial.

5.5 LA CEC ET LA CECFM

Une gamme très large est là encore observée, qui détermine le fractionnement nécessaire des apports, pour éviter le lessivage éventuel des cations (Calcium, Magnésium et Potassium) qui sont alors perdus.

Des CEC très basses ne peuvent être remontées que par la matière organique, avec maîtrise du pH. Des marnages (apports de marnes) ne seraient pas dans un esprit de respect du terroir et modifieraient trop les caractéristiques texturales du sol.

Les plus basses ne sont pas observées dans nos profils des granites et gneiss, mais sur les terrasses [60 et 63], Voleyses et Chassis.

Ceci s'exprime autrement en regardant que les CECfm des horizons de surface des familles [10-12-13-15] sont en moyenne de 58 cmol/kg alors que celles des terrasses [60-61-63] ne sont que de 38 cmol/kg.

5.6 LA POTASSE K, LE MAGNESIUM Mg

Si l'on postule qu'un taux de 4% pour le rapport K/CEC est en général suffisant, la moyenne de 4.5% pour les horizons de surface (A) est satisfaisante. Elle masque des dépassements fréquents allant jusqu'à plus de 10% de la CEC.

Une rapide comparaison avec les quelques données de K/CEC tirées des analyses de 1967 montrent que ce taux K/CEC n'était alors que de 2%.

Pour le magnésium, même constat: Mg/CEC 10% en 2010 pour 5-6% en 1967

Limitée à la zone des Chassis, la différence est la même: taux quasi doublés entre 1967 et 2010 pour K et Mg, (un peu moins pour le magnésium).

Corrélativement le rapport K/Mg devient trop important dans 17 cas sur 48 (38% des horizons de surface en 2010 (1 cas sur 6 en 1967).

Sans commentaire autre qu'un jugement admiratif sur l'efficacité des vendeurs de potasse.

5-7 LE PHOSPHORE

Pas de commentaires non plus, puisque les chiffres extrêmement variables obtenus (de 12 à 700 mg/kg de P2O5) n'ont pas de signification directe sur son assimilabilité, et que les carences avérées en phosphore sont quasi inconnues en viticulture.

Pour les sols très acides et très sableux, on peut cependant assurer le démarrage avec des apports avant plantation, car les mycorhizes, qui font normalement tout le travail, sont peut-être un peu insuffisants dans ces conditions qui leurs sont défavorables.

6. DONNEES CLIMATIQUES EN RAPPORT AVEC LES SOLS

Il n'est pas de notre mission de détailler le contexte climatique, mais il est important de rappeler quelques grandeurs caractéristiques du climat de la région de Crozes-Hermitage au moins celles qui interagissent avec les sols et leur réservoir hydrique.

C'est un climat méditerranéen humide, ou 'de transition'. Les années sont tantôt franchement méditerranéennes tantôt plus continentales avec un hiver plus sec que l'été (voir plus loin l'ordre des saisons pluviométriques).

La pluviométrie moyenne est comprise entre 700 et 900 mm, à deux maxima: l'un, net, à l'automne et l'autre au printemps (voir graphe 62 page suivante).

L'altitude du vignoble est comprise entre 120 et 360 mètres: (gradient de température moyenne de 0.6° par tranche de 100m).

Le couloir de Tournon d'orientation nord sud, abrité des circulations d'ouest par les monts du Vivarais, mais favorise et accélère les vents de secteur nord, souvent secs et violents en été.

Ce secteur est moins arrosé que Montélimar qui, avec ses 920 mm de pluviométrie moyenne, 'profite' à la fois des flux de sud-est humides d'automne et des queues de perturbations atlantiques qui n'intéressent généralement pas la Basse Vallée du Rhône. La violence des épisodes automnaux, qualifiés de 'cévenols', dévastateurs pour les sols de pentes desséchés en fin d'été, est atténuée au niveau de Valence, mais pas exclue (cf: épisode des 4 jours au début septembre 2008).

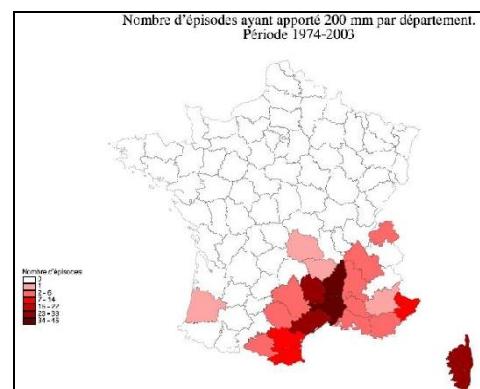
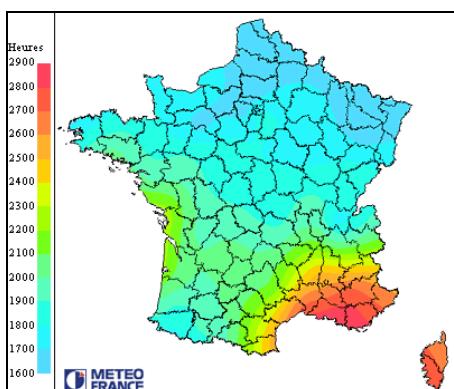


Figure 64: Nombre d'épisodes >200 mm par département -
période 1974-2000

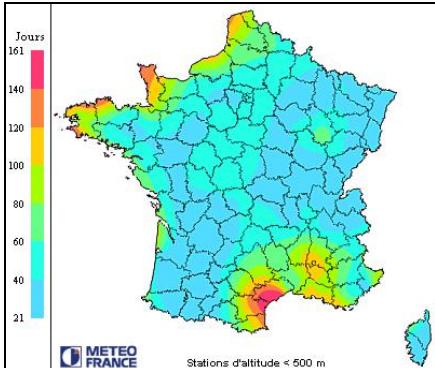


Figure 63: Nombre de jours de vent supérieur à 60km/h,
stations d'altitude <500m

On repère, même sur ces cartes nationales à petite échelle, les caractères:

- très venté du couloir rhodanien à partir de la zone de Valence
 - la possibilité d'épisodes 'diluviens' >200 mm
 - la durée d'ensoleillement annuelle.
- Ces 3 cartes sont tirées du site en accès public de météo France. (Onglet climat)

Rappelons que le climat méditerranéen est défini par deux critères:

1-L'ordre des saisons pluviométriques APHE: Automne, Printemps, Hivers, Eté, ce qui dessine 2 pics nets en automne et au printemps.

2-Le déficit estival, qui se visualise sur le graphique par le **croisement des courbes de température et de pluviométrie**, si l'on prend soin de choisir les échelles en ordonnées P=2T.

La pluviométrie mensuelle en mm (courbes du haut) se lit sur l'échelle de **gauche** et la température moyenne du mois à **droite** (courbes du bas).

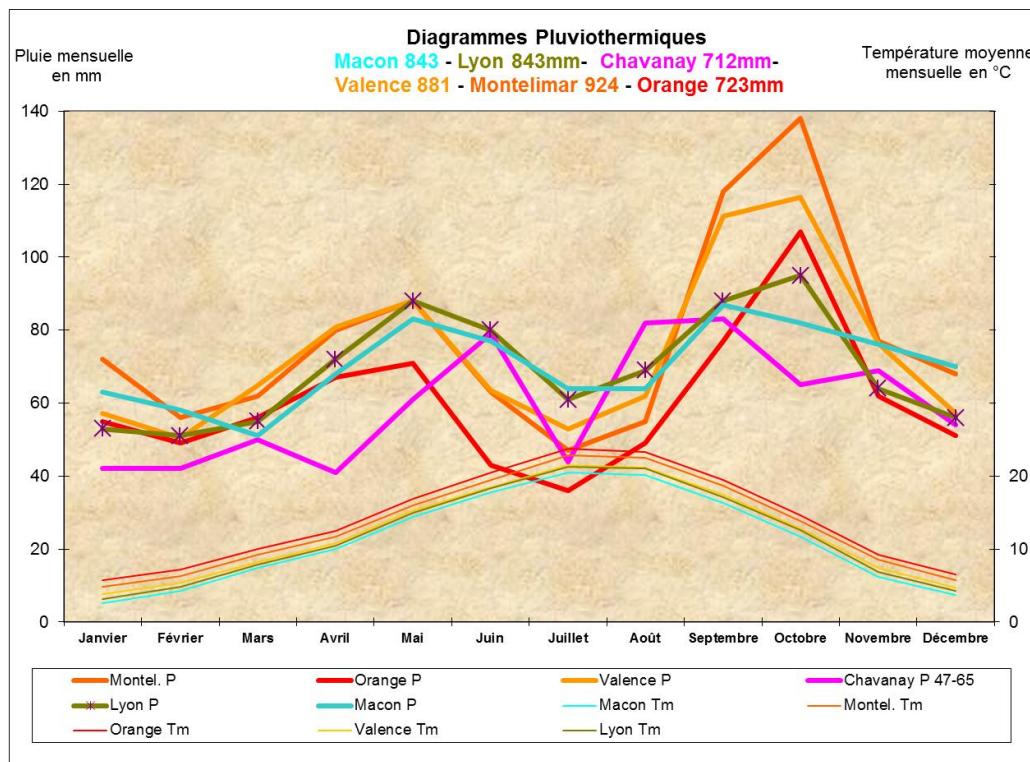


Figure 65: Diagrammes pluviothermiques comparés

| EAHP | ETE | AUTOMNE | HIVERS | PRINTEMPS | ANNEE |
|------------|-----|---------|--------|-----------|-------|
| Toulon | 66 | 237 | 224 | 159 | 685 |
| Orange | 128 | 246 | 155 | 194 | 723 |
| Montélimar | 165 | 333 | 196 | 230 | 924 |
| Valence | 178 | 304 | 165 | 234 | 881 |
| Bordeaux | 179 | 291 | 282 | 234 | 986 |
| Dijon | 184 | 203 | 171 | 186 | 744 |
| Macon | 205 | 245 | 191 | 202 | 843 |
| Lyon | 210 | 247 | 160 | 215 | 832 |

Tableau 66: Données pluviométriques saisonnières

On voit donc que l'ordre APHE n'est plus respecté à partir de Valence, qui fonctionne déjà en APEH, avec un hiver plus sec que l'été, (influence continentale) et surtout moins d'influence des «coups de sud-est» humides si caractéristiques du pourtour méditerranéen.

Une similitude inattendue des quantités saisonnières des pluies entre Valence et Bordeaux (et ses graves, qui sont des sols un peu similaires aux alluvions rhodaniennes) se dégage de ce tableau, la différence annuelle moyenne de 100 mm étant attribuable entièrement à l'hiver.

Enfin pour relativiser ces « normales » le fait marquant reste l'irrégularité des précipitations: sur Montélimar, les valeurs sont 3 fois plus dispersées qu'à Mâcon par exemple entre 2000 et 2009.

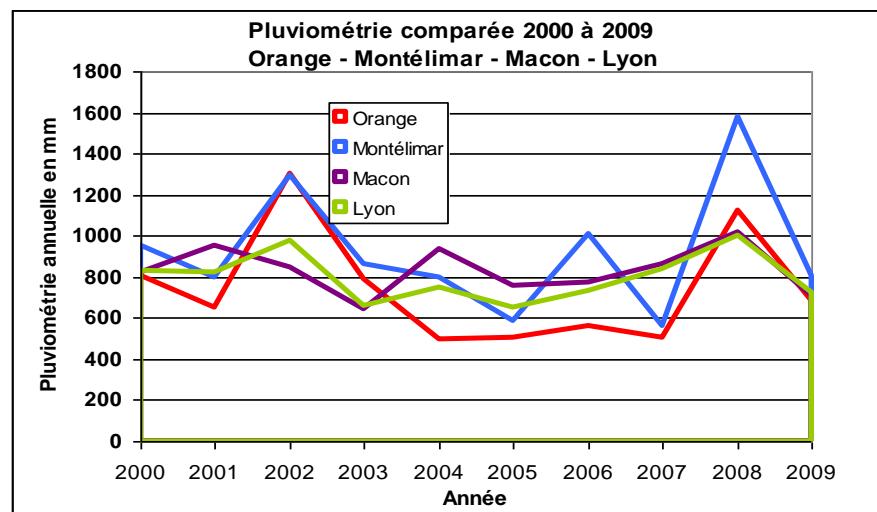


Figure 67: Données pluviométriques annuelles 2000-2009

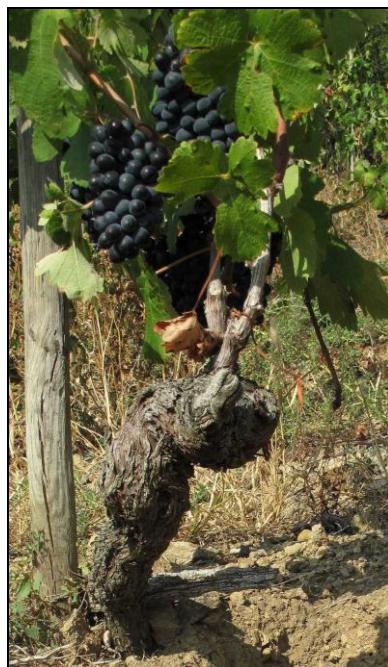


Photo 68: La syrah dans son climat d'origine

7. CONCLUSIONS

7.1 LES TERROIRS DE CROZES-HERMITAGE: SYNTHESE

| Familles de matériaux parentaux | Surface totale appellation | % | SAU (estimée) | % | Surface en Vigne (estimée) | % | Nombre de Profils | % |
|---|----------------------------|------|---------------|------|----------------------------|------|-------------------|------|
| 10: granites et gneiss | 488 ha | 13% | 141 ha | 5% | 113 ha | 7% | 10 | 7% |
| 45: Marnes et sur marnes | 40 ha | 1% | 32 ha | 1% | 26 ha | 2% | 3 | 2% |
| 50:Hautes terrasses | 173 ha | 5% | 137 ha | 5% | 110 ha | 7% | 13 | 9% |
| 60-61:Terrasses Riss | 74 ha | 2% | 60 ha | 2% | 48 ha | 3% | 6 | 4% |
| 62-68:Terrasses Wurm | 1 654 ha | 61% | 1 478 ha | 49% | 739 ha | 60% | 82 | 59% |
| 69: Terrasses Würm ('chenaux') | 637 ha | | 637 ha | 21% | 191 ha | | | |
| 71-72:Löss | 188 ha | 7% | 167 ha | 5% | 67 ha | 7% | 12 | 9% |
| 73-76: Löss un peu caillouteux | 82 ha | | 62 ha | 2% | 43 ha | | | |
| 81-88: Remaniements caillouteux de pentes | 224 ha | 6% | 119 ha | 4% | 71 ha | 5% | 8 | 6% |
| 91-92: Colluvions | 57 ha | 2% | 57 ha | 2% | 29 ha | 2% | 2 | 1% |
| 8: Colluvions cailloute | 149 ha | 4% | 149 ha | 5% | 119 ha | 8% | 4 | 3% |
| | 3 766 ha | 100% | 3 039 ha | 100% | 1 555 ha | 100% | 140 | 100% |

Tableau 69: Bilan des surfaces par familles de matériaux/ nombre de profils

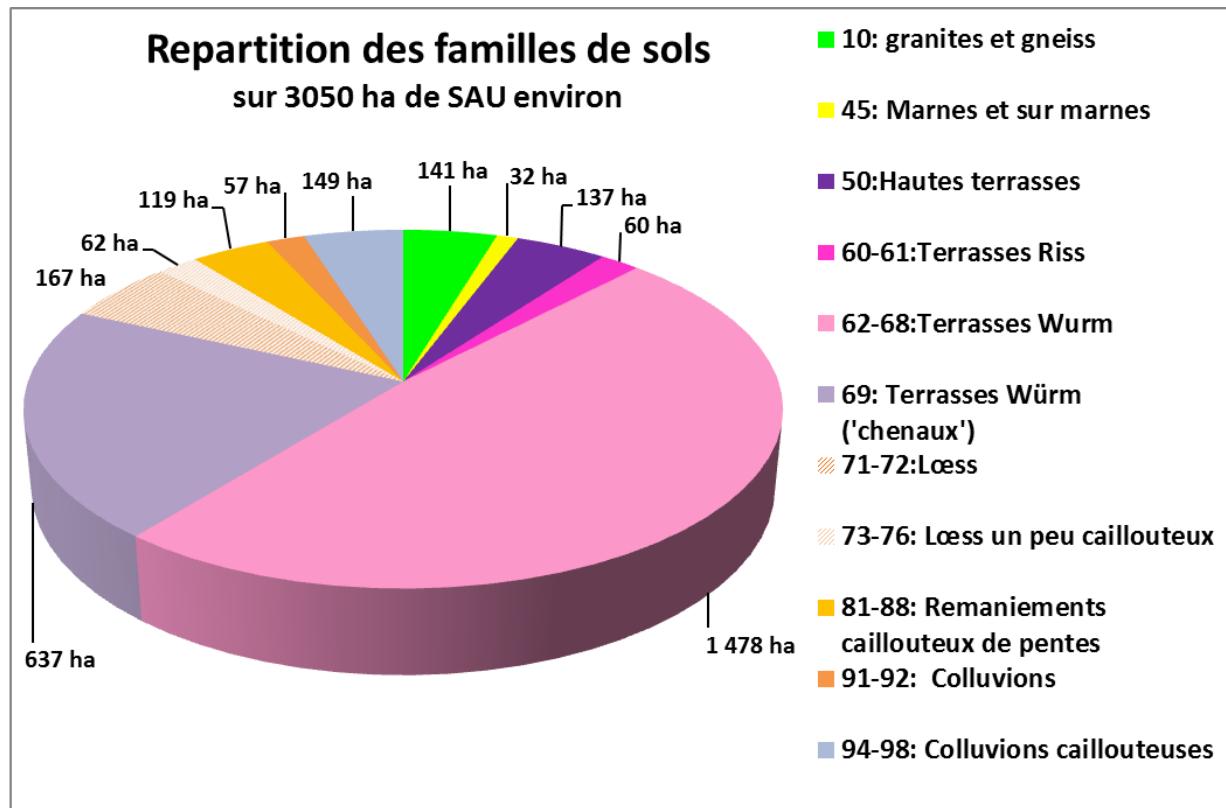


Figure 70:Bilan des surfaces par famille de matériaux parentaux (/SAU)

7.2 LES TERROIRS DE CROZES-HERMITAGE: LES GRANDS SECTEURS

Dans l'AOC Crozes-Hermitage, le paysage et les terroirs en général sont marqués par deux configurations topographiques très contrastées, héritées de la géologie.

Au nord, les zones de coteaux, rocheux et escarpés à l'Ouest, plus doux à l'Est dans les collines marneuses.

Au Sud, de très puissants niveaux de terrasses qui occupent le large espace de la confluence de l'Isère avec le Rhône.

Même si bon nombre de sols ont été décrits, on retiendra les emblématiques coteaux granitiques qui n'ont rien à envier aux appellations voisines, et les terrasses alluviales anciennes et leurs galets.

Ces deux terroirs illustrent de façon très pédagogique les pouvoirs totalement opposés d'une même rivière: tour à tour terriblement agressive, capable d'entailler un massif rocheux, puis patiente architecte de terrasses étalées sur des milliers d'hectares.

Enfin, saprolites et sols géants nous permettent, chacun à leur façon, de bien percevoir l'action du temps long sur les roches et les sols, souvent difficile à expliquer.

Nous construisons nos cartes en suivant une démarche de regroupements : on passe de la carte la plus détaillée aux cartes progressivement simplifiées en regroupant les unités en familles de plus en plus larges.

A l'inverse pour le lecteur, il est plus facile de passer progressivement de la carte la plus simple à la plus détaillée, dont les subtilités s'imposent quand on connaît le terrain.

Si l'on reprend la légende la plus regroupée, en 9 classes, c'est le matériau parental qui domine.

- A-Granite, gneiss, formation à kaolin (de Serves à Tain, plus une partie de Larnage)
- B-Sols issus des marnes pliocènes (Mercurol-Larnage est - Chanos-Curson)
- C-Sols des hautes terrasses à galets (Mercurol-Larnage sud-est - Chanos-Curson)
- D-Sols des basses terrasses à galets (Pont d'Isère, La roche de Glun, Beaumont Monteux en totalité, et Mercurol Chanos pour partie (3 subdivisions sur la carte simplifiée).
- E-Sols issus des lœss (De Serves à Tain, Larnage et Mercurol, beaucoup moins sur Chanos, pas sur Beaumont, Pont de l'Isère, Roche de Glun,)
- F-Sols issus des remaniements caillouteux de pentes (De Serves à Tain, Larnage et Mercurol, et Chanos-Curson)
- G-Sols issus des colluvions profondes de bas de pentes et d'alluvions récentes

Remarque commune importante aux zones de pentes A-B-C-E-F: Les remaniements d'origine humaine: création de banquettes, terrasses:

Il existe dans les coteaux, des parcelles remaniées en grandes banquettes et terrasses aplaniées. Ces aménagements ont inévitablement entraîné des modifications plus ou moins importantes des sols naturels. Dans le cas de sols limoneux issus d'épaisse accumulations de lœss, les discontinuités entre terrasse amont/aval et talus, sont en général gommées par la texture relativement homogène du matériau parental. Seuls les niveaux encroûtés à poupées calcaires sont susceptibles de réapparaître en surface. Par contre, dans le cas de superpositions complexes de lœss (mince) sur résidus d'alluvions, elles-mêmes recouvrant le rocher granitique, de profonds bouleversements de la couverture pédologique sont inévitables.

A-Granite, gneiss, formation à kaolin (de Serves à Tain, plus une partie de Larnage)

Ils représentent près de 490 ha dans l'appellation, dont beaucoup de bois en pentes fortes ou très fortes et environ 150 ha de surface plantée ou plantable.

NB : Quand granite ou gneiss n'interviennent qu'en tant que matériau parental secondaire (variantes /12, /13, /15), ils se retrouvent alors dans les familles de sol (terrasses à galets C,D, lœss E ou remaniements de pente F), soit 50 hectares supplémentaires.

Les sols initiaux sont sableux à gros grains, minces, d'un pH le plus souvent autour de 6, et reposent sur la roche altérée: le **saprolite** (ou altérite, ou isaltérite), fragmentable à la main, souvent un peu fraîche en été en profondeur et qui est explorée par des racines, certes rares, mais parfois sur plus de 150 cm. Les parcelles les plus hautes et planes sont les plus anciennement et les plus profondément altérées. La roche est plus saine et dure dans les pentes, mais toujours un peu saprolitisée dans les parcelles viticoles.

Ce sont donc des sols constamment **rajeunis**, issus de saprolites très **anciens**, et il n'y a pas de contradiction à le dire, si l'on considère que le saprolite est le matériau parental du sol.

Les réservoirs hydriques sont difficiles à estimer par les méthodes standards. Mais une fraction d'eau non négligeable est piégée dans le saprolite un peu poreux qui montre des fractures un peu argillifiées, ce qui contribue sans conteste au déroulement sans à-coup de la maturation.

A la périphérie du massif granitique de Pierre Aiguille et des Méjans, on observe parfois des dépôts de pente graveleux (alternances tantôt très caillouteuses, tantôt plus sableuses). Ces formations se sont mises en place gravitairement le long des pentes avant que les lœss ne se déposent. Certains talus en témoignent, par exemple, près des hameaux de l'Ermitte sur Crozes-Hermitage et des Sautons sur Larnage.

Enfin, de très nombreux recouvrements (lœss, terre à galets) pimentent la caractérisation des sols, et la cartographie détaillée est très découpée dans ces secteurs de pente forte.

Difficultés cartographiques spécifiques à ces secteurs:

- Selon la vigueur des travaux de mise en culture, les roches sont plus ou moins réduites en sables.
- Le saprolite n'est pas homogène (le gneiss moins que le granite) et présente des filons plus ou moins durs, fréquents mais minces et non cartographiables.
- Ces sols, normalement acides, sont souvent recarbonatés, ou au moins resaturés (meilleure teneur en calcium fixé sur le complexe adsorbant) par les lœss.
- A Larnage, des matériaux de surface, couches de 'découvertes' des carrières, ont pu être déversés dans les pentes voisines. C'est probablement le cas près du profil LARN80 où des dépôts graveleux d'origine granitique recouvrent des limons éoliens calcaires, non mélangés de graviers.

B-Sols issus des marnes pliocènes (Mercurol, Larnage est, Chanos-Curson)

Ils ne représentent qu'une trentaine d'hectare de vigne (sols de marnes simples) mais sont impliqués dans 62 ha de plus en tant que matériau parental secondaire, en place mais recouvert par des formations superficielles (lœss, terre à galets) de moins de 1m.

Dans une autre cinquantaine d'hectares (remaniements de pentes) ils contribuent aux sols de mélange, avec des lœss et des galets.

La marne est gris-bleutée, très fine limoneuse ou limono-argileuse, assez riche en calcaire actif (12-15%) et peu pourvue en fer extractible (IPC>200) au moins dans certains de ses lits clairs. Dans les deux profils typiques, nous avons observé des enracinements assez plongeants dans le matériau altéré. Celui-ci contribue donc au fonctionnement hydrique de la plante, mais dans des conditions assez difficiles pour elle.

Les sols sont sensibles à l'érosion et s'amincissent fortement en haut de pente (zones très blanches ou bleuté clair) pour s'épaissir rapidement en se brunifiant dans les pentes et concavités (fort gradient de fertilité dans la pente).

Les masques de galets les protègent de l'érosion, améliorent sensiblement l'infiltration verticale de l'eau et limitent l'évaporation.

Quand les recouvrements sont plus épais, la marne sous-jacente améliore la réserve hydrique, mais peut aussi créer des mauvaises surprises chlorosantes.

Le coteau de Bédad à l'Est de Curson présente des signes d'érosion bien typiques d'un versant marneux. Les marnes du Pliocène, peu ou pas recouvertes de dépôts de pente (comme en témoigne le terrain de cross juste à l'Ouest), sont affectées par de petits glissements de terrains. L'inclinaison soutenue et les circulations d'eau dans ces matériaux meubles marneux ont engendré des loupes de glissement (assez superficielles) emboîtées les unes dans les autres. Les sols vont passer rapidement d'une marne brute à des remaniements de marnes glissées.

C-Sols des hautes terrasses à galets (Mercurol-Larnage sud-est - Chanos-Curson)

Près de 120 hectares de vigne sont concernés, découpés en plus de 20 îlots dont le plus important est le plateau des Balayers (une cinquantaine d'hectares d'un seul tenant qui domine Mercurol et le coteau des Pends).

Normalement, ces sols sont nettement lessivés, très acides s'il n'y a pas de lœss ni de chaulage, limono-sableux en surface avec un gradient d'argile pouvant atteindre 40 points entre la surface et la profondeur. Ils sont souvent couverts de gros galets de quartzite, roux avec des empreintes noires, et très compacts tout en restant très caillouteux en profondeur.

Le lien entre altitude, âge supposé et évolution, donc colmatage des horizons argileux n'est pas parfait puisque nous avons des sols encore très rouges et non bariolés sur des niveaux très élevés et à l'inverse déjà des sols très dérubiés et bariolés sur des niveaux beaucoup moins vieux en théorie.

Difficultés de cartographie:

- La prospection y reste quasi impossible à la tarière (galets).
- Comme sur les granites et gneiss les saupoudrages de lœss, plus ou moins repérables peuvent remonter les pH et resaturer le complexe adsorbant.
- L'enracinement effectif est assez surprenant, à conditions apparemment équivalentes. Des horizons très compacts peuvent être correctement explorés, et d'autres pratiquement pas.
- La griffe calcaire, si facile à voir dans les talus, est quasi indéetectable dans les parcelles sans faire de profil. Et sa présence dans un talus ne présage pas de son existence dans une parcelle située juste au-dessus.

D-Sols des basses terrasses à galets (Pont d'Isère, La Roche de Glun, Beaumont-Monteux en totalité, et Mercurol Chanos-Curson pour partie).

Ils concernent près de 2200 hectares dont 50 à 60% sont actuellement en vigne.

On a vu la grande subtilité des évolutions 0--b-b'-c-d, (chapitre 4.3.1, pages 58 à 71) qui détermine des gammes de réservoirs hydriques croissantes, mais toujours inférieures à 110-120 mm.

Les causes de passage entre ces différentes variantes sont à rechercher au-delà de 80 cm de profondeur, donc inaccessibles à la prospection tarière.

Les enracinements sont habituellement très foisonnats et doivent descendre dans le profil jusque dans le cailloutis brut au-delà du niveau un peu argillié. Il est plus 'facile' de descendre pour une racine quand le passage entre l'horizon rouge Bfs et le cailloutis Dx est progressif que quand il est brutal, et quand le cailloutis inférieur est encore un peu frais et le niveau rouge déjà bien desséché puisque les racines descendent pour trouver de l'humidité.

On peut ajouter, au vu de nos nombreux profils, que la liaison avec les 3 ou 4 paliers würmiens est assez lâche, ce pourquoi sur la carte nous avons regroupé les évolutions b et c dans une même unité.

On peut statistiquement signaler:

- une tendance dominante de b sur c (code 6346 b-c) pour le palier Fyb-isérois- (134-143m) et couvre le sud-est de la zone de Beaumont, tendance logique mais pas absolue.

- et une tendance dominante de c sur b 6346 c-b un peu plus argillifiée pour le palier central (Fya géologique - 137 aval à 145m amont) qui concerne surtout Mercurol, Chanos-Curson, et les plus hauts profils de Pont de l'Isère. Ce palier est aussi moins densément sillonné par les chenaux fantômes (plus homogénéisé grâce à son âge un peu plus ancien).

La tendance 6346 b', argillification faible mais rubéfaction profonde, pour le palier Fyb-rhodanien (Saviaux-128 aval-134m amont) semble bien affirmée, mais pas absolue (quelques profils sont en 6346c)

Le palier bas Fyd géol. ('Cloiaux') est lui très hétérogène et varie très vite entre 6505a et 6546b.

Les 'anciens chenaux' un peu plus profonds, comme les pieds de talus occupent environ 640 hectares supplémentaires.

Remarque: Le travail de cartographie s'est avéré plus complexe sur la partie Ouest des Chassis et notamment sur le niveau de terrasse des Saviaux. L'urbanisation en général, les maisons ou entreprises accompagnées des voies de circulation, mitent les surfaces agricoles et rendent moins lisibles les passages d'anciens chenaux alluviaux.

E-Sols issus des lœss (De Serves à Tain l'Hermitage, Larnage et Mercurol, beaucoup moins sur Chanos-Curson, pas sur Beaumont-Monteux, Pont de l'Isère ni La Roche de Glun,)

Terres douces, terres de vent, terres blanches, elles couvrent 180 hectares de SAU dans la zone viticole, et encore 60 hectares en mélange avec des sables et des galets.

Les sols sont homogènes et calcaires dans la grande majorité des cas, ne se fissurent pas en surface et sont sensibles à l'érosion éolienne. Mais ils sont finement poreux en profondeur et les enrâchements sont très verticaux, assez lisses et peu divisés. Les mouvements hydriques sont intenses et rapides: ils se ressument vite et sont sensibles à l'évaporation par la surface quand un mulch minéral ou organique ne les protège pas.

Leur influence plus discrète, en saupoudrage ou couverture mince s'étend sur 50 hectares supplémentaires dans les zones des granites, des terrasses ou des marnes, qui se retrouvent ainsi chaulés ou un peu limonés.

Il existe donc de notables variations dans le comportement de ces sols évidemment liées à leur profondeur, qui peut varier de 60-80 cm à plus de 3 mètres, sans que la surface change de façon évidente. Mais la tarière est un instrument efficace dans ce type de terrains.

F-Sols issus des remaniements caillouteux de pentes (De Serves à Tain l'Hermitage, Larnage, Mercurol, et Chanos-Curson)

Terres de mélanges, elles sont souvent profondes et correctement enrâchemées, mais éminemment variables. Elles couvrent 225 hectares, en pentes parfois fortes.

On retient qu'elles ont plus de composantes calcaires sur Mercurol et Chanos-Curson, puisque la marne y intervient le plus souvent, et qu'elles sont moins calcaires, de texture plus sableuse ou limoneuse avec souvent une composante sableuse grossière de Tain l'Hermitage à Serves.

Dans cette famille, une couverture intégrale de galets ne signifie pas obligatoirement que le sol soit caillouteux à 60 cm de profondeur. De même, une couverture de sables grossiers typiquement granitiques peut cacher un lœss épais et un lœss peut masquer une terrasse à galets puis un gneiss.

G-Sols issus des colluvions profondes de bas de pentes et d'alluvions récentes

Un peu plus de 200 hectares de sols sont issus de colluvions de bas de pentes, de combes. On les a subdivisé en deux groupes, selon leur charge grossière.

1. Les trois-quarts de cette famille (150 ha) sont chargés en cailloux ou graviers, en proportion notable sur plus de la moitié du profil au moins, et concernent en bonne part les plus colluvionnés des chenaux de la terrasse Würm et les remplissages gravelo-caillouteux des combes étroites. On peut y ajouter 14 hectares en pied de coteau ou des colluvions peu épaisse recouvrent la terrasse à galets
2. Les autres sont plus fins, moins caillouteux, avec une réserve hydrique plus importante.

8. FOIRE AUX QUESTIONS « FAQ »

Cette petite FAQ, comme on dit maintenant, propose des réponses anticipées aux nombreuses questions que nous posent souvent vignerons, journalistes, amis ou consommateurs.

Géologie = terroir ?

Profondeur des racines: en régression ?

L'activité biologique des sols

Existe t'il un facteur principal permettant de prévoir la qualité d'un sol viticole?

Les facteurs humains, partie prenante du terroir, mais jusqu'où ?

Quelle est l'importance des horizons de surface qu'on analyse et qu'on voit ?

Le sol, une donnée immuable et régénérable?

Géologie = terroir ?:

Les vignerons les plus curieux utilisent souvent déjà les documents géologiques du BRGM. Ceux-ci sont maintenant disponibles ‘en ligne’ sur le site INFOTERRE du BRGM ou même Google Earth par exemple, et leurs clients potentiels y ont accès, comme aux photos détaillées de parcelles. Il faut savoir préciser un certain nombre de points:

- Le sol dépend de la géologie (une large part de ce rapport y est consacré), En tout cas les racines plongent très souvent dans la roche (qu'elle soit roche-mère du sol ou roche sous-jacente au sol) et en tirent non seulement de l'eau mais aussi des éléments nutritifs et des oligoéléments, rendus assimilables par l'altération et les mycorhizes. Tout n'est pas joué dans les premiers décimètres de sol.
- Mais la géologie et encore moins sa représentation qu'est la carte au 1/50000^{ème} n'est pas le sol. En qualité d'utilisateurs attentifs et admiratifs des cartes géologiques de la France, construites et éditées par le BRGM depuis plus de 60 ans, nous pouvons préciser que:
 - Les recouvrements par des formations superficielles récentes (1 à plusieurs mètres d'épaisseur) ne peuvent souvent pas être notés sur les cartes géologiques. Ils masquerait les informations structurales importantes pour lesquelles elles sont conçues. Or les sols dérivent évidemment des formations superficielles quand il y en a, et non des roches représentées sur la carte.
 - Entre la formation de la roche et l'aboutissement au sol il se passe des milliers voire des millions d'années: le sol peut ne plus rien présenter de commun avec son matériau parental, qui peut avoir évolué très différemment d'un point à l'autre en fonction de la topographie.
 - Une même unité géologique (couleur, notation, de faciès homogène) peut porter des sols de fonctionnement totalement différents, même en l'absence de recouvrement superficiels. Par exemple, on triple facilement l'épaisseur de sol en descendant dans la pente, donc on triple le réservoir hydrique sans changer de roche-mère.
 - Des roches d'âge très différent sur la carte géologique (couleur, notations différentes sur la carte) peuvent s'être déposées dans les mêmes conditions, être très semblables, donc donner des sols quasiment identiques, surtout dans les secteurs sédimentaires. Des marnes par exemple peuvent être âgées de 6 ou 200 millions d'années.
 - Plus étonnant, deux roches très différentes, peuvent donner, après une longue évolution convergente, des sols aux potentiels viticoles quasiment équivalents.
 - Ce n'est pas médire que de signaler qu'il peut subsister des erreurs ou des imprécisions sur les cartes imprimées, en particulier dans les zones peu accidentées et/ou couvertes de végétation ou de cultures, comme on peut le voir souvent au niveau de raccords entre deux cartes voisines. Elles sont corrigées progressivement grâce aux ouvertures de tranchées lors de grands travaux, aux stages d'étudiants, aux évolutions dans les théories globales, mais le processus de mise à jour peut mettre plus de 30 ans entre deux éditions imprimées. L'informatisation va probablement raccourcir rapidement ces délais.

Profondeur des racines: en régression ?



Nous avons observé des milliers de profils creusés entre les rangées de vigne saines (et non pas choisies pour résoudre un problème ponctuel ou pathologique): dans plus de la moitié des cas on trouve des racines bien vivantes, souvent bien lignifiées, au-delà de 1m50 de profondeur (dernières racines à 1,70m en moyenne pour les 80 profils de coteau de l'appellation Crozes-Hermitage, pour une profondeur moyenne de 1,85m).



Photos 71: Exemples d'enracinements profonds Glun119 SERV63

Nous ne sommes pas évidemment capables de dire avec certitude que les racines sont plus ou moins profondes aujourd’hui qu'il y a 50 ans, mais il nous semble qu'elles redescendent sous l'effet de l'enherbement. Les problèmes de vignes trop vigoureuses sont aussi répandus au moins que les cas de vigne en dépérissement. Les cas de sols fragiles, tassants, compactés par des pratiques culturales violentes et des rendements excessifs existent, mais ne font pas la généralité: Il faut dire que nous avons, en France, nombre de sols naturellement assez « costauds » grâce à leurs magnifiques argiles et au calcium (merci aux roches calcaires et aux montagnes récentes !). Mais les 'luvisols', naturellement acides, limoneux en surface, et argileux en profondeur sont les plus sensibles à ce phénomène.

En tout cas la restauration de la porosité des horizons superficiels (la porte d'entrée) est possible et relativement rapide (selon les cas: par des travaux bien choisis, enherbements, apports de compost /contrôle du pH etc.). De la même façon en quelques années les profondeurs d'enracinement sont modifiées.

Enfin, la profondeur d'un enracinement n'est pas en soi un gage de qualité, surtout si le sol communique beaucoup de vigueur à la végétation. Elle doit cependant être recherchée par exemple dans les graves, ou dans les saprolites qui contiennent très peu de terre fine, et ceci d'autant plus que le climat est méditerranéen (longues périodes sans recharge du sol par les pluies).

L'activité biologique des sols

L'activité biologique d'un sol est un complexe effectivement essentiel (sans vie pas de sol), mal connu, mais en tout cas pas cernable en quelques tests simples car il existe des millions d'organismes dans un gramme de sol, répartis en dizaines de milliers d'espèces et de genres différents, de quelques microns à plusieurs décimètres. Cela constitue un formidable réservoir génétique, dont les fonctions et la plasticité commencent tout juste à être distinguées par le biais des analyses globales de génome (l'ADN).

- Ses rôles les plus connus sont:
 - De transformer la matière organique brute en humus et de rendre l'azote organique assimilable par la minéralisation de cet humus.
 - De mélanger intimement la matière organique et minérale, stabilisant les deux, tout en construisant une porosité 'biologique' bien plus stable dans le temps que la porosité fissurale. D'où ces 3 effets positifs bien connus: meilleure résistance à l'érosion, meilleure aération et meilleure alimentation minérale, azotée surtout, effets qui se renforcent les uns les autres.
 - De biodégrader de nombreuses molécules organiques.

Quantitativement elle dépend du taux de matière organique, de son rapport C/N, de l'aération du sol, du pH, de l'humidité du sol. Quand ces indices sont bons en général l'activité est bonne.

Trop bonne, elle permet d'ailleurs une alimentation azotée trop confortable, le plus souvent néfaste à la qualité des raisins, même s'il y a des nuances à apporter selon les cépages.

Nous n'avons donc pas besoin d'attendre que tout soit expliqué et quantifié pour juger de l'état biologique des sols. Une matière organique suffisante (voir § 5) mais qui ne s'accumule pas, des sarments qui disparaissent en une année, une structure de surface grumeleuse ou tout au moins bien fragmentaire, pas de semelle en profondeur, pas de ravinement sont de bons indicateurs. Et si un ou l'autre de ces critères n'est pas rempli, ce peut être dû à des pratiques inadaptées, systématiques ou accidentelles, mais aussi à une fragilité propre à son sol, qu'il faut connaître, bichonner à bon escient ou profiler différemment si sa pente est forte: le voisin, qui fait 'n'importe quoi', peut avoir un sol très solide et résilient !

- Mais bien d'autres rôles plus complexes sont en cours d'étude: production d'antibiotiques, effets « booster » d'une population sur une autre, directement active sur la physique du sol celle-là, (vers de terre), régulation des organismes indésirables - certains virus, nématodes, champignons mais jamais tous les représentants d'une grande famille dont la plupart sont en général désirables, dormance et moyens de réveiller ces populations etc. Voir annexe2 quelques pistes supplémentaires. L'image d'un sol « éponge » morte, imbibée de pesticides est largement répandue chez certains consommateurs. Il faudrait lui substituer celle d'*« incubateur biologique »*, capable de biodégradations, d'épuration, de digestion de la plupart des molécules toxiques englobées sous le terme de pesticides, mais provisoirement privé de carburant (la matière organique). Restent quelques molécules extrêmement problématiques (interdites pour la plupart aujourd'hui) ou leurs résidus, qui ne répondent pas à ce pouvoir du sol, même en bon état et évidemment les ETM, éléments traces métalliques, dont le cuivre qui ne peut être dégradé, et s'accumule dans les horizons de surface sous des formes très inégalement toxiques selon le pH et le taux de matière organique.
- La relation matière organique/ activité biologique est donc forte.
La diminution progressive de la teneur en matière organique des sols (conséquence inéluctable de la diminution du cheptel de trait, de la minéralisation accélérée sous l'effet des labours profonds, puis au contraire du non travail du sol avec désherbage intégral,) ne s'est pas accompagné d'une réflexion suffisamment poussée à long terme sur ses autres rôles indirects. Et ce bien qu'il soit écrit dans tous les livres et enseigné dans toutes les écoles que ce taux baisse lentement depuis 60 ans et sera difficile et coûteux à remonter pour les 4000 tonnes de terre (horizons A) que compte un hectare. On voit qu'on doit raisonner sur les dizaines de tonnes de matière sèche (1% du sol = 40 tonnes à l'hectare).
La biodiversité du sol se reconstitue à partir d'un taux de matière organique corrigé et non à partir d'apports coûteux aux propriétés mirifiques, qui vont bien vite disparaître si les autres facteurs ne sont pas corrigés, ou qui seront vite concurrencés et digérés par la flore autochtone dans le cas contraire. Il ne faut pas non plus négliger les recolonisations possibles à partir de bandes conservatoires ou refuges, suffisamment continues, à végétation diversifiée et faune variée. Et enfin, qu'on observe de fortes inégalités naturelles d'un type de sol à l'autre.

Les vers de terre sont, quant à eux, les princes charmants de nos châteaux aux bois dormants, puisque capables de réveiller une microfaune 'endormie', car passée en mode de résistance.



Photos 72: Vers de terre; traces de chenau, turricules

Existe-t-il un facteur principal permettant de prévoir la qualité d'un sol viticole?

On ne peut résumer le fonctionnement d'un sol viticole, ni à un système consommation/apport de NPK, théorie heureusement dépassée, ni à un rôle quasi-mythique de complexes de fixation ou d'échanges localisé dans les horizons de sub-surface, ou encore à sa 'vie biologique'. Pas plus bien sûr à une série de chiffres concernant des taux de matière organique, d'argile ou de calcaire. Un réservoir hydrique qui peut varier de 40 à 350 litre/m² semble un critère au moins aussi intéressant à connaître que tous les précédents réunis.

Entre géologie (le squelette) et couche superficielle (la peau), il faut intégrer les muscles (les horizons intermédiaires) pour mieux parler de l'individu « sol », en le replaçant dans son paysage et en comprenant sa vie passée. Ensuite seulement on peut parler de regrouper et de classer ces individus selon des critères pertinents, choisis d'après preuves et essais et non d'après des lieux communs venus parfois d'autres régions et d'autres climats viticoles.

On trouve d'immenses vins, rouges ou blancs, issus de sols sableux ou argileux, profonds ou peu profonds, acides ou calcaires, caillouteux ou non, en pente ou à plat, à drainage lent ou rapide, en climat océanique, méditerranéen, ou continental...

Les facteurs humains sont partie prenante du terroir, mais jusqu'où ?

Géologie, sol, climat et topographie sont les principales composantes "naturelles" d'un terroir, dont la notion inclue également des facteurs humains, historiques, sociologiques, et définit des pratiques viticoles et œnologiques.

En filigrane, nous n'oublierons donc jamais l'action des générations de vignerons qui ont utilisé les particularités des roches et des sols pour dessiner un paysage souvent empreint d'une grâce ordonnée toute particulière.

Au-delà du choix du matériel végétal et des pratiques culturales, les vignerons interviennent en modifiant souvent le sol un peu plus intensément que la plupart des autres agriculteurs, tout simplement parce qu'ils travaillent plus souvent en pentes notables voire fortes, là où toute erreur se paye comptant (c'est à dire sur une génération).

Mais, évidemment, se référer à la notion de terroir d'origine exige en échange une certaine authenticité:

Remonter de la terre, ameublir un peu une roche mère compacte ou remodeler des terrasses pour faciliter les travaux et agrandir des parcelles culturales, grâce aux moyens modernes n'équivaut pas du tout à...

Apporter des mètres de remblais venus d'autres formations géologiques, voire de chantiers plus ou moins distants, en les recouvrant d'une vague couche de « terre végétale » plus brune.

A l'autre extrême avoir un respect religieux pour l'ordonnancement naturel des couches de sol, sans oser les remuer au-delà de quelques centimètres, est largement exagéré.

Dans certains cas il est évidemment justifié de restaurer des propriétés dégradées de porosité, d'éliminer des accidents de moyenne profondeur, ou de faciliter un peu la colonisation racinaire en profondeur.

Quelle est l'importance des horizons de surface qu'on analyse et qu'on voit ?

Même si nous insistons longuement sur l'important volume réellement mis en jeu pour définir un sol, nous ne négligeons pas pour autant les horizons de surface.

Pour que tout fonctionne, il faut évidemment que la porte d'entrée à l'oxygène et à l'eau, reste ouverte: celle-ci est constituée par les horizons de surface 0-20 cm. Leur fermeture non seulement va faire dysfonctionner le sol (mauvaise minéralisation de la matière organique), mais aussi multiplier les risques d'érosion, avec perte de terre spectaculaire (ravines) ou insidieuse (éléments dissous, érosion en nappe). C'est pourquoi on surveille à la fois la **battance** (glaçage de surface, avec formation de croute dans les sols désherbés, limoneux mais peu argileux et de pH acide ou neutre) et l'apparition des **semelles**, sans toutefois s'affoler sous un passage de roue localisé (qui passant toujours au même endroit ne concerne que 10 à 20% de la surface, sans tasser réellement au-delà de 25 - 30 cm, s'il n'y a pas d'ornières). Les semelles de défoncement profondes ou lissages de labour sont par contre plus dommageables car elles peuvent être généralisées, mais elles sont réservées à certaines conjonctions de textures et complexe d'échange défavorables, peu argileuses mais fines (limoneuses), ou bien trop humides en permanence (sols lessivés, planosols).

Les viticulteurs sont aujourd'hui bien avertis de ces risques et connaissent les sols 'difficiles à reprendre'. Ils ont adapté leurs techniques à leurs parcelles et raisonné les aménagements collectifs. Les avertissements agricoles, plus pointus, permettent aussi de programmer (un peu) mieux les interventions.

En outre, la surface c'est ce qu'on voit et qui se travaille. Cela a une influence sur la façon dont on perçoit instinctivement un sol, même si l'on sait que ce n'est que la surface.

Le sol, une donnée immuable et régénérable?

Le sol a son rythme propre. Il a mis parfois des dizaines de milliers d'années à gagner en épaisseur et à se différencier progressivement en « horizons », bien avant que l'homme n'y touche. C'est un patrimoine fragile et vivant donc destructible par mort, effondrement ou érosion. Sa porosité interne, donc son aptitude au drainage, à l'absorption des pluies et à leur stockage en particulier est en partie (mais pas seulement) liée à la vie qui y règne (porosité biologique).

Dans certains sols limoneux, ou à argiles peu gonflantes, la porosité est presque uniquement constituée de chenaux tubulaires verticaux (vers ou racines). Le travail très profond du sol détruit évidemment ce réseau qui mettra quelques années à se reconstituer et encore, si on l'aide en favorisant une bonne activité biologique (apports de compost et enherbement quand il est possible). Mais ces sols peuvent nécessiter des façons superficielles pour briser des semelles ou des zones tassées. Dans certains sols argileux bien pourvus en calcium, au contraire, le fractionnement et l'aération se font naturellement sans aucun travail du sol.

Autrement dit la conscience que le patrimoine "sol" est complexe, vivant, finement structuré, poreux, donc fragile, et surtout très divers, est essentielle pour en assurer pleinement une protection durable.

Un sol compacté ou épuisé se trahit rapidement par des symptômes sur la plante, des difficultés lors des replantations, l'intensification des phénomènes d'érosion: les pratiques pour la restauration ou le maintien des qualités des sols sont bien mieux ajustées aujourd'hui qu'il y a 20 ou 30 ans, au sortir de la période scientiste et productiviste qui a marqué durablement le paysage. Il serait d'ailleurs bien de faire mieux connaître cette évolution auprès des non-agriculteurs qui ont une vision très caricaturale du monde rural.

La perte de sol par érosion.

Il y a plusieurs échelles de temps:

- Les dernières dizaines de milliers d'années ont façonné les reliefs par érosion. On a vu que dans certains cas ce rajeunissement pouvait ramener des cations dans des sols très vieux qui en avaient bien besoin.
- Les derniers milliers d'années (depuis l'âge du Bronze) l'ont accéléré avec les premiers déboisements massifs.
- Les dernières dizaines d'années ont vu le mouvement s'accentuer encore, et parallèlement, de vastes surfaces être soustraites par l'urbanisation et les voies de circulation, aux activités agricoles, boisements et milieux naturels, réserves de diversité.



Photos 73: Erosion - ceps déchaussés

Lorsque l'on parle d'érosion, on pense tout de suite aux fortes pentes et notamment celles qui regardent le Rhône dans la partie Nord-Ouest de l'appellation. Les versants granitiques ou tout du moins à armature granitique (recouvert de formations superficielles), sont très soumis aux coulées de débris, glissements et autres éboulis, compte tenu de leur inclinaison. Les dépôts gravitaires ne subsistent pas dans ces coteaux et viennent épaisser les bas de pente, sous la forme de cônes de déjection, de colluvions ou plus généralement de remaniements de pente.

En ce qui concerne le haut-plateau des Méjans, seules ses bordures font partie de l'appellation mais pas son replat sommital qui est encore occupé par des loess épais. L'érosion a décapé les loess dès que la pente s'accentue. Ainsi ils n'apparaissent plus au niveau du belvédère des Méjans et les affleurements de granite sont mis à nu sur tout le pourtour du plateau. Dans ces situations, plutôt convexes, on n'observe pas d'approfondissement conséquent des sols sur le saprolite de granite.

Dans un contexte différent, à proximité de la limite d'appellation avec l'Hermitage, on passe très rapidement d'un plateau largement masqué de loess épais, à des sols à galets de terrasse alluviale, à peine la pente amorcée. L'érosion a non seulement fait disparaître le loess des bordures mais elle a aussi tronqué les sols évolués sur alluvions anciennes, si bien que la 'griffe' (galets indurés en véritable conglomérat) est sub-affleurante. Des arrachements de terrain se produisent encore régulièrement dans ces pourtours pentus de collines et le long de petits ravins. A moins d'aménager d'audacieuses et coûteuses terrasses ou banquettes, ces zones très pentues sont bien souvent laissées à la forêt.

On peut ajouter que le compartiment sol est l'objet récent de toutes les attentions depuis que l'on a quantifié son rôle majeur dans le cycle global du carbone (donc du CO₂, donc du changement climatique). Nous nous en réjouissons, mais devons rester vigilants sur d'éventuelles interventions mal maîtrisables dans un milieu si complexe. (Inoculations, modifications génétiques ou physico-chimiques..., prélèvement de biomasse de première, deuxième ou x.ième génération pour les filières énergétiques).

Et la dimension psychologique ?

Situé sur la ligne de front entre intérêts à court et long terme, intérêts collectifs et privés, le sol est un patrimoine, un capital coûteux, tout autant qu'un allié invisible et non copiable. Le dévoiler est donc un enjeu fort, le protéger une absolue nécessité et une vraie responsabilité intergénérationnelle.

9. UTILISATION DES CARTES

Partons de ces constats:

Le rôle du sol dans le ‘système-terroir’ (milieu+plante+hommes), semble au premier abord d’une évidence triviale. Mais à bien réfléchir...tous les problèmes de classements, chers aux naturalistes, se posent à chaque détour de parcelle, d’autant plus qu’on raisonne sur une grande épaisseur de sol.

A partir de combien de paramètres communs deux sols peuvent-ils être considérés comme complètement identiques, regroupés ou au contraire distingués? Le concept même de répartition de sols ‘homogènes’ est particulièrement difficile à rendre sur un plan.

De plus il existe une réelle difficulté à saisir les ‘effets du sol’ jusque dans le verre, donc à valider des hypothèses car:

- Le sol est très variable dans l'espace (écart de 500% pour les réservoirs hydriques du haut en bas d'une pente par exemple). Par contre il reste à peu près constant dans le temps, sauf accident.
- Les températures et l'énergie reçues sont variables dans l'espace (écart de 50% pour le rayonnement global cumulé sur la période de végétation entre versants Nord et Sud par exemple) et changent dans les mêmes proportions chaque année. Par contre, ces paramètres gardent à peu près le même classement mais avec des gammes très différentes.
- La pluviométrie présente moins de variabilité dans l'espace à l'échelle d'une appellation (10-20%, mais d'autant plus que les orages participent au cumul) mais change considérablement chaque année en quantité et répartition saisonnière.
- La plante change avec chaque parcelle culturale (âge, clone, porte greffe, conditions de productions) mais prend doucement de l'âge sur 30-50 ans. Certains terroirs nécessitent une implantation lente. Si celle-ci est ‘ratée’ pour une raison ou une autre, les résultats s'en ressentiront très longtemps voire toute la durée de la vigne.

On conçoit que ce système d'influences superposées soit un peu complexe à décrypter et qu'une confusion certaine existe entre corrélations et causes.

Partant de là, classer les effets du sol (isolés des autres facteurs) dans une grille de lecture binaire (bien/mal, oui/non) est difficile voire impossible et même dangereux.

Les trois facteurs naturels: une hiérarchie différente selon la latitude (températures), le type de climat (régime des pluies) et l'échelle (pays, région ou parcelle).

La lecture qualitative des terroirs reste un art assez subtil: des terroirs différents sont bien reconnus comme donnant des produits différents, mais des sols qui nous semblent très similaires ne donnent pas évidemment des produits jumeaux.

En tout cas il est aujourd’hui important d’assumer les différences observées dans les sols, pour confirmer, ajuster ou rectifier les ‘lieux communs’ qui commencent à être diffusés sur les sites de plus en plus nombreux dédiés à la viticulture et alimentés par des passionnés plus ou moins bien informés.

Si une liaison ou une corrélation est vraie ‘A donc B’, son contraire apparent ‘nonA donc nonB’- n'est pas pour autant automatiquement vérifié.

Les réponses à ces interrogations peuvent être apportées par des investigations de deux types:

- En faisant participer plusieurs vigneron, ou au sein d'un groupement coopératif:
On peut comparer statistiquement des produits de parcelles issues de lieux dits éloignés en distance mais regroupés en terroirs similaires, pour identifier des constantes ou tendances. C'est simple en théorie mais difficile en pratique car l'empreinte des vigneron reste très forte, les pratiques culturelles et les vinifications

sont souvent très personnelles. Ce travail est en pratique plus aisé dans le système coopératif et déjà mené par exemple à la cave de Tain l'Hermitage. La cartographie informatisée peut le rendre plus systématique.

- Au sein d'une même propriété:

On peut vinifier séparément mais avec des pratiques les plus similaires possibles des micro-terroirs A et B juxtaposés géographiquement, dont l'histoire parcellaire, la topographie, (exposition, forme et pourcentage de pente) donc le microclimat et tous les éléments liés à la vigne sont communs, mais le sol différent. La difficulté est de ne pas 'défavoriser' le terroir A en choisissant une méthode commune qui serait mieux adaptée au terroir B.

Et l'on comprend que ces problématiques de choix, de hiérarchie, de comparaison, de classification ou de vocation, d'inné et d'acquis, de don et de travail, sont des questions complexes et quasi philosophiques qui nous interpellent dans tous les domaines de l'existence.