



OBJECTIFS

Ensemble pour améliorer la qualité de notre eau

N° 64

ANALYSER SON SOL POUR MIEUX LE CONNAÎTRE

Le sol est un milieu vivant fragile qui doit être préservé. Car c'est bien plus qu'un simple support pour les cultures. Disposer d'informations précises sur les sols de son exploitation et leur fonctionnement est un atout indéniable pour la réussite des conduites de culture. L'analyse de sol est l'un des outils les plus utilisés car il permet d'aborder de nombreux aspects du fonctionnement des sols. À ce titre, il serait plus juste de parler « DES ANALYSES » de sol. Car suivant l'objectif recherché, les paramètres analysés et la fréquence d'analyse ne seront pas les mêmes.

À savoir

Depuis le 1^{er} septembre 2012, la réglementation en zone vulnérable oblige à réaliser, chaque année, une analyse de sol sur l'une des trois cultures principales de l'exploitation :

- reliquat sortie hiver sur céréales à pailles et colza,
- analyse de la granulométrie + azote total sur les autres cultures.

Par ailleurs, certains cahiers des charges en cultures pérennes incitent à la réalisation périodique d'analyses de sol.

CHOISIR SON ANALYSE

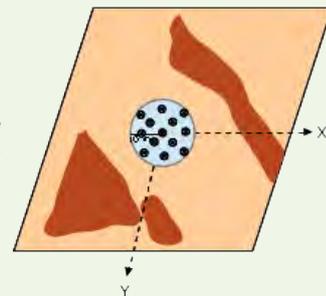
Type d'analyse	Analyse granulométrique	Analyses chimiques	Analyse des reliquats azotés	Analyses biologiques
Objectif	Caractériser la partie fine du sol.	Évaluer la fertilité chimique du sol. Piloter la fertilisation	Piloter la fertilisation azotée.	Vérifier le bon fonctionnement du sol.
Paramètres mesurés	Texture : % d'éléments grossiers, sables, limons, argiles. Taux de matière organique.	K ₂ O, P ₂ O ₅ , CaO, MgO Oligo-éléments pH, CEC. Taux de matière organique.	Azote minéral (nitrates et forme ammoniacale).	Caractérisation de la matière organique C/N. Minéralisation. Biomasse microbienne.
Profondeur de prélèvement	A minima sur les 30 premiers centimètres. La texture des horizons profonds peut être très différente. → Individualiser les horizons.	30 premiers centimètres (jusqu'à 50 cm en cultures pérennes).	Sur toute la profondeur du sol exploitable par horizon de 30 cm : - 0-30 cm - 30-60 cm - 60-90 cm (si sol profond).	30 premiers centimètres. Possibilité de fractionner en deux horizons (par exemple en TCS).
Fréquence de réalisation	Une fois pour toutes.	Tous les 5 ans.	Chaque année à une période bien précise. Ex: janvier pour les reliquats sortie hiver.	Fonction des objectifs de suivi recherchés.
Coûts*	70 € (comprend une analyse chimique standard).	Classique: 50 € Avec CEC: 55 € Avec oligo: 100 € Éléments traces: 120 €	15 € / horizon.	100 à 200 € suivant les caractéristiques demandées.

* coûts donnés à titre indicatif.

OÙ ET COMMENT PRÉLEVER ?

Choisir sur la parcelle la zone homogène la plus représentative.

- ✓ Se placer au niveau de la zone représentative et repérer un point facilement localisable en vous aidant du paysage ou géolocaliser un point. Ainsi, il vous sera possible de réaliser un historique fiable sur la parcelle en prélevant toujours au même endroit.



Choisir une zone homogène représentative.

En cultures pérennes :

- avant plantation : considérer la parcelle d'un seul tenant comme en cultures annuelles ;
- pendant la plantation : axer les prélèvements sur le rang.

Sur vergers avec irrigation localisée : réaliser uniquement les prélèvements sur le rang.

Sur vergers en irrigation intégrale ou en vigne : il est possible, pour prendre en compte l'exploitation de l'inter-rang par les racines, de réaliser 2 prélèvements sur le rang pour 1 prélèvement en inter-rang.

- ✓ Effectuer 12 à 15 prélèvements au hasard dans un rayon de 10 m autour du point choisi.
- ✓ Profondeur du prélèvement : chaque prélèvement est à effectuer sur la profondeur de la zone travaillée :
 - entre 0-25 cm pour un labour,
 - entre 0-10 cm pour une prairie ou une parcelle conduite sans labour,
 - entre 0-30/50 cm pour des cultures pérennes.

Pour certaines analyses, reliquats azotés, granulométrie par exemple, il est nécessaire de travailler par horizon. Dans ce cas, réaliser des prélèvements successifs en distinguant chaque horizon (0-30 / 30-60 / 60-90, par exemple).

- ✓ Mélanger tous les prélèvements d'un même horizon dans un seau. Puis prélever environ 500 à 800 g de terre pour constituer l'échantillon à analyser.
- ✓ Identifier l'échantillon (nom de la parcelle, horizon...) et remplir la fiche d'information avec les données aussi précises que possible sur la parcelle et la conduite des cultures : taux de cailloux et la profondeur du sol, fumures, précédent, culture prévue...
- ✓ Transmettre rapidement les échantillons au laboratoire d'analyse.

Pour les reliquats azotés, les échantillons doivent être conservés au frais (4 °C ou congelés) avant analyse pour éviter toute évolution après prélèvement.

Outils nécessaires : tarière (photos) ou bêche + seau pour mélanger.



INTERPRÉTER SON ANALYSE

La texture

La texture sert à classer les sols mais elle donne aussi des renseignements sur ses propriétés. Ces informations sont cependant à adapter en tenant compte de la profondeur du sol, de sa charge en éléments grossiers et de sa structure.

	Sables	Limons	Argiles
Capacité de rétention en eau	Faible. Sols séchants et perméables.	Forte surtout pour les limons fins.	Importante. Cependant la rétention est également forte ce qui rend l'extraction par les plantes plus difficile que dans des limons. Risque d'asphyxie – Drainage lent.
Action sur la structure	Faible. Allège certains sols lourds.	Forts surtout pour les limons fins (battance).	Intéressante. Limite les phénomènes de battance. Pouvoir de fragmentation lors d'alternances de gonflement et dessiccation. L'aptitude au gonflement est cependant variable suivant le type d'argile.
Fixation des éléments fertilisants	Très faible.	Faible.	Fixent les cations (K, Ca, Mg) et certains ions (phosphates, hydroxydes de fer et d'alumine). Le pouvoir de fixation est différent suivant le type d'argile.

Estimer la sensibilité de son sol à la battance :
La formation d'une croûte de battance est favorisée par la présence de limons. Un indice permet d'approcher la sensibilité d'un sol à ce phénomène :

Indice de Battance =

$$\frac{[(1,25 \times \text{Limon fins}) + (0,75 \times \text{Limon grossiers})]}{[\text{Argile} + 10 \times \text{Matière organique}]}$$

Argile vraie ? La teneur en argile fournie par l'analyse granulométrique correspond à une taille de particule < 2 µm). Cette donnée surestime donc souvent la teneur en argiles « vraies » (dites minéralogiques). Cela est notamment fréquent en sols calcaires où les fines particules de calcaire sont nombreuses et entrent dans le taux d'argile granulométrique mais sans avoir les propriétés des argiles « vraies ».

Préserver les sols battants et peu structurants

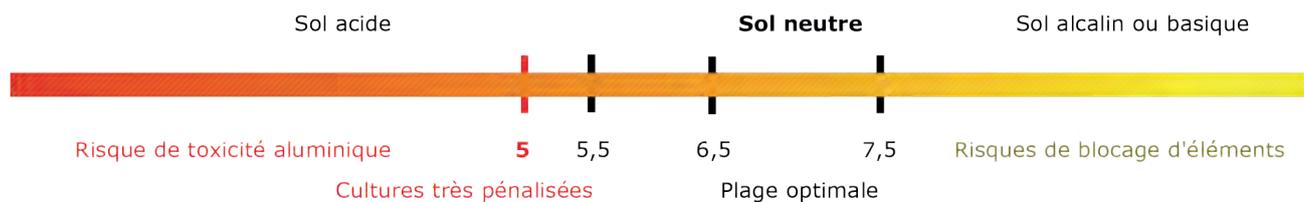
- Intervenir en conditions ressuyées reste le maître mot. Le passage dans des conditions humides favorise la prise en masse des agrégats et réduit la porosité du sol.
- Limiter la fragmentation du sol en terre trop fine : éviter les préparations de semis avec des outils trop agressifs (outils animés) et éviter de travailler le sol en conditions trop sèches.
- Éviter les labours trop profonds (viser 20 cm) pour ne pas trop diluer la matière organique.
- Envisager les techniques sans labour dans les sols les plus sensibles (sols sableux ou limoneux, avec pente). Elles permettent de concentrer la matière organique protectrice en surface.
- Maintenir les débris végétaux en surface, les sarments de vigne et bois de taille broyés.
- Réaliser des apports de matière organique.
- Utiliser des effaces-traces derrière le passage des roues.
- Enherber les inter-rangs des vergers et des vignes.
- Planter un couvert en interculture. Un couvert bien implanté permet de préserver les sols des phénomènes d'érosion et de ravinement. Il a également un effet intéressant sur la structure des vingt premiers centimètres mais ne permettra pas de casser une semelle de labour.

Attention aux sols acides. Ils sont plus sensibles aux phénomènes de tassement car ils ne bénéficient pas de l'effet structurant du calcaire.

Le pH

Il est révélateur de l'acidité ou de l'alcalinité d'un sol. Il est exprimé de deux manières :

- Le **pH eau** varie avec la saison et l'intensité de la culture. La valeur souhaitable est située entre 6,5 et 7,5 pour la majorité des sols et cultures.



Pour des pH < 5, on peut craindre des phénomènes de toxicité aluminique (= remise en suspension de l'ion aluminium). Pour des pH élevés, on peut craindre des problèmes de blocage de certains éléments comme MgO ou P₂O₅ et la plupart des oligo-éléments.

- Le **pH KCl** est plus stable quelle que soit la saison. Il traduit l'acidité potentielle du complexe adsorbant du sol. Il servira de base de comparaison entre deux analyses. L'écart habituel entre la valeur d'un pH eau et d'un pH KCl se situe entre 0 et 1,5 points. Au delà de 0,5 points de différence, le sol a une tendance à l'acidification.

La matière organique

Le taux de matière organique est variable d'un sol à l'autre, de 1 et 10 % pour des sols cultivés. La teneur optimale dépend du type de sol, notamment de son taux d'argile et de son pH.

Teneurs souhaitables en fonction de la teneur en argile

Taux d'argile	10 à 20 %	30 %	40 %	50 %
Teneur en matière organique	2 à 2,5 %	2 à 3 %	2,5 à 3,5 %	3 à 4 %

La quantité de matière organique d'un sol n'est pas le seul élément à prendre en compte. Certains sols à forte teneur en matière organique sont révélateurs d'un mauvais fonctionnement (défaut d'oxygénation empêchant une dégradation normale).

Maintenir la matière organique du sol

Elle a un rôle majeur dans la stabilité de sa structure et son potentiel agronomique : éléments fertilisants, réserve en eau, vie microbienne... Pour la préserver :

- Enfourer les résidus de récolte. Les résidus de céréales à paille, de maïs ou de colza sont les plus intéressants.
- Apporter, si possible, des matières organiques (fumiers, composts...). Attention, les matières organiques dont le C/N est faible (inférieur à 8) auront un faible impact sur le stock d'humus d'un sol.

Les éléments fertilisants

Pour ces éléments, les valeurs obtenues au niveau de l'analyse sont à comparer à des valeurs guides qui ont été définies par type de sol et qui permettent de vous donner une indication sur la richesse ou la pauvreté de votre sol.

Vous pouvez également, pour une même parcelle, les comparer dans le temps afin de déterminer si votre sol s'appauvrit ou s'enrichit (tous les 5 ans environ).

L'anhydride phosphorique (P_2O_5)

L'objectif est de doser la part de phosphore utilisable par les plantes. Pour s'en rapprocher le plus possible, différentes méthodes de dosage sont utilisées en fonction du pH du sol.

Méthode de dosage	Plage de validité	Résultat du dosage
Phosphate Joret-Heber	pH basique	Phosphore « relativement » disponible pour les végétaux.
Phosphate Dyer	pH acide à neutre	Phosphore assimilable par les plantes.
Phosphate Olsen	pH indifférent	Phosphore assimilable par les plantes.

L'oxyde de potassium (K_2O) et l'oxyde de magnésium (MgO)

L'objectif est de vérifier si le sol est suffisamment pourvu en ces éléments mais il faut aussi vérifier leur équilibre. Une trop forte teneur en K_2O peut induire des carences magnésiennes au niveau des cultures. Le rapport K_2O/MgO doit se situer entre 2 et 3.

L'oxyde de calcium (CaO)

Le calcaire total correspond à la quantité de carbonate de calcium ($CaCO_3$). Le calcaire est un élément très favorable au maintien de la structure d'un sol. Mais en proportion importante dans sa forme active, il peut entraîner le blocage d'autres éléments fertilisants.

La teneur en calcaire actif (\cong fraction la plus fine) est très importante en cultures pérennes. Elle oriente le choix du porte-greffe et les niveaux de chaulage avant plantation.

Les ions nitrates et ammonium (= reliquats azotés)

Les nitrates (NO_3^-) sont la forme principale d'azote assimilable par les plantes. Les ions ammonium (NH_4^+) sont l'ultime phase de minéralisation avant la transformation en nitrates. Ce sont ces formes, facilement disponibles, qui sont mesurées dans l'analyse des reliquats azotés.

Les teneurs en NO_3^- et NH_4^+ sont données pour chaque horizon. Leur somme vous donne une estimation de l'azote disponible pour la plante **au moment du prélèvement**.

- Le reliquat sortie hiver mesure des quantités d'azote disponibles en sortie d'hiver sur céréales et permet d'ajuster la dose totale évaluée par la méthode du bilan.
- Le reliquat post-récolte est intéressant en situation filtrante pour évaluer l'azote qui reste après récolte pour la culture suivante (ex : colza) ou pour choisir un couvert approprié en interculture.

La Capacité d'Échange Cationique (CEC) et son taux de saturation :

La CEC permet d'évaluer la « taille » du réservoir du sol en éléments nutritifs et son « taux de remplissage ». Ces paramètres ne sont pas proposés en standard dans les analyses de sol mais ils sont très utiles pour évaluer la qualité de la fertilité d'un sol. Il est fortement conseillé de les demander pour les analyses en cultures pérennes avant plantation en complément de l'analyse sur les éléments fertilisants. Le taux de saturation de la CEC est, par ailleurs, intéressant pour repérer les déséquilibres en éléments minéraux.

Valeur guide pour estimer la taille du « réservoir » (CEC) d'un sol

Réservoir faible	Réservoir moyen	Réservoir important	Réservoir très élevé
5-8 meq/100 g	8-15 meq/100 g	15-25 meq/100 g	25-40 meq/100 g

Les oligo-éléments :

Ces paramètres sont à demander en cas de symptômes suspects sur la culture. Pour un diagnostic précis de carence, une analyse foliaire peut être nécessaire en complément.

Attention ! Des carences peuvent être induites par la présence de certains ions en trop grande quantité ou par des phénomènes d'asphyxie ou de tassement qui ne permettent pas une bonne exploitation du sol par les racines. Le manganèse peut donner des indications sur le degré de tassement d'un sol. Le taux de manganèse assimilable augmente en sols acides, tassés ou engorgés.

Exemples de carences :

- Soufre : sur blé ou colza, en sols lessivés,
- Manganèse : sur blé ou maïs, en sols sableux ou riches en matière organique,
- Zinc : sur maïs, en sols sableux, basiques ou ayant une teneur en phosphore élevée,
- Molybdène : sur colza ou tournesol, en sols légers ou acides (notamment les sols battants),
- Bore : sur colza, en sols sableux, éventuellement en cultures pérennes
- Fer (+ IPC*) : cultures pérennes, en sols riches en calcaire actif à cause du risque de chlorose ferrique (vigne, kiwi...).

* IPC = Indice de Pouvoir Chlorosant

Les éléments traces métalliques :

Dans les sols ayant été cultivés en vigne depuis longtemps, une mesure du cuivre peut être conseillée pour évaluer le taux de contamination.

De même, une analyse des éléments traces métalliques est obligatoire avant des apports de boues d'épuration ou de déchets d'agro-industrie (drêches de fruits...) au moins tous les 10 ans.

En synthèse : les analyses à réaliser régulièrement

Grandes cultures	Cultures pérennes
Tous les 5 ans	Tous les 5 ans
Matière organique	Matière organique
Calcaire total	Calcaire total & actif
pH	pH
P ₂ O ₅	P ₂ O ₅
K ₂ O	K ₂ O
MgO	MgO
CaO	CaO
et éventuellement	CEC
C/N	et éventuellement
CEC	Fer extractible
	Indice de pouvoir chlorosant
+ granulométrie si elle n'est pas déjà connue.	

Se repérer dans les unités utilisées :

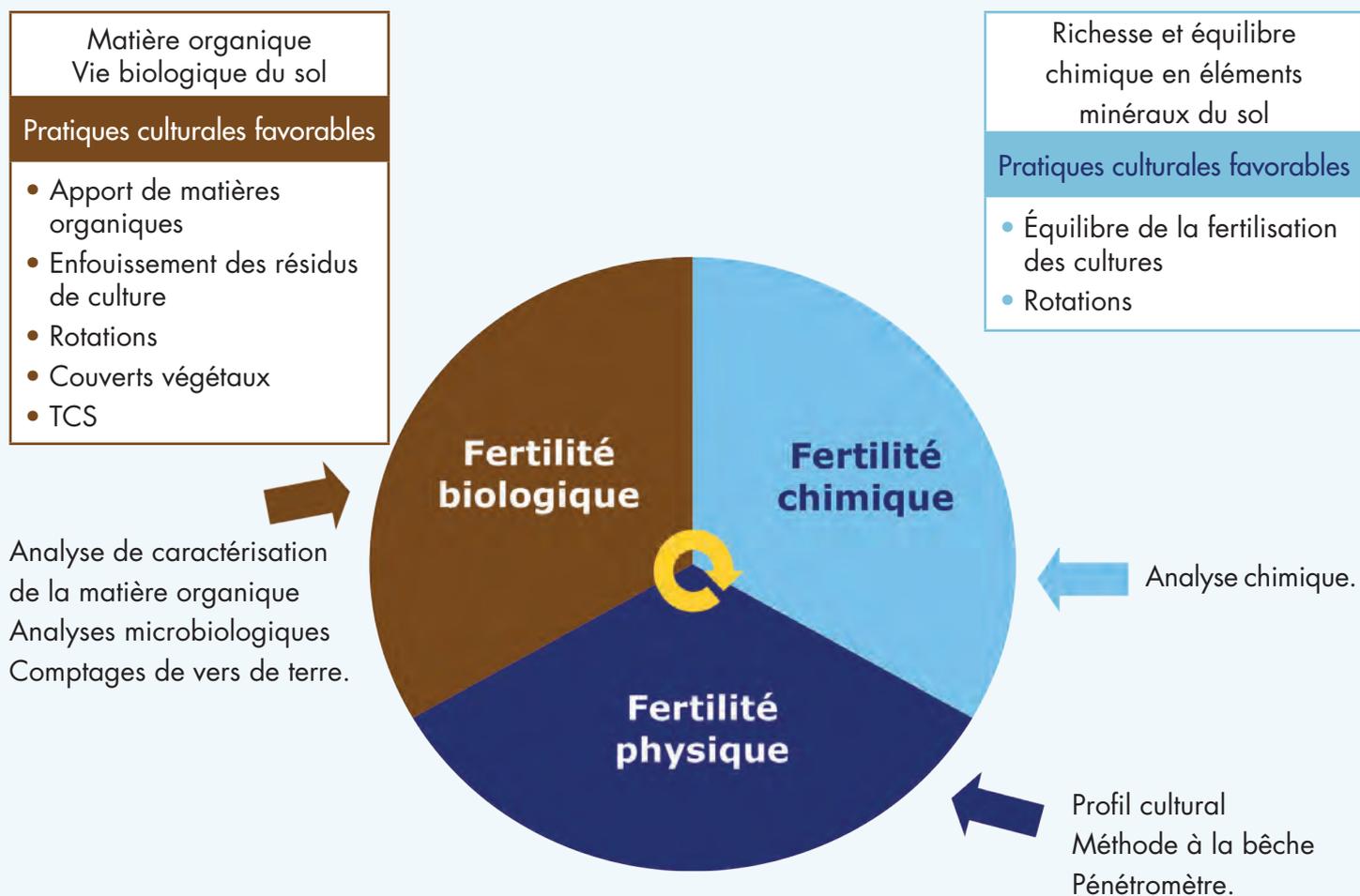
- ✓ Granulométrie : en % de la fraction fine.
Mais, suivant les laboratoires, il est possible que les particules de calcaire soient comptabilisées à part ou que les taux soient donnés en incluant la fraction caillouteuse.
- ✓ Éléments fertilisants : mg/g = g/kg
- ✓ CEC : 1 meq/kg = 0,1 cmol/kg = 0,1 meq/100 g



LES LIMITES DES ANALYSES DE SOL

L'analyse ne s'intéresse qu'à la terre fine du sol. Elle ne permet pas d'avoir une vision complète de sa caractérisation (teneur en cailloux et profondeur sont des paramètres primordiaux), ni de son fonctionnement ou de sa structuration. Or le tassement des sols reste l'une des principales menaces qui pèsent sur leur potentiel. Des problèmes de structure peuvent augmenter la fragilité à l'érosion, fortement perturber l'enracinement et la nutrition des cultures ou réduire la capacité de rétention en eau d'un sol. De ce fait, ils peuvent occasionner des pertes de rendement pouvant aller de 10 à 30 %!

Pour évaluer les potentialités de son sol, il faut le prendre dans son ensemble et aller au-delà de la seule analyse chimique.



Structure du sol Problèmes de tassement, d'érosion
Pratiques culturales favorables
<ul style="list-style-type: none">• Travail du sol en conditions ressuyées• TCS• Rotations• Couverts végétaux



Le **profil cultural** est l'OUTIL pour diagnostiquer les problèmes de structure (semelle de labour, passages de roues, compactage, impact d'un sous-solage...). Il permet également d'étudier son sol en profondeur (nature des horizons profonds, enracinement...).

Les partenaires financiers d'OBJECTIFS :

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse Collectivités locales Conseil général de la Drôme Syndicats des eaux Union européenne Chambre d'agriculture de la Drôme