



# ATELIER 21

Profil cultural et analyse de terre

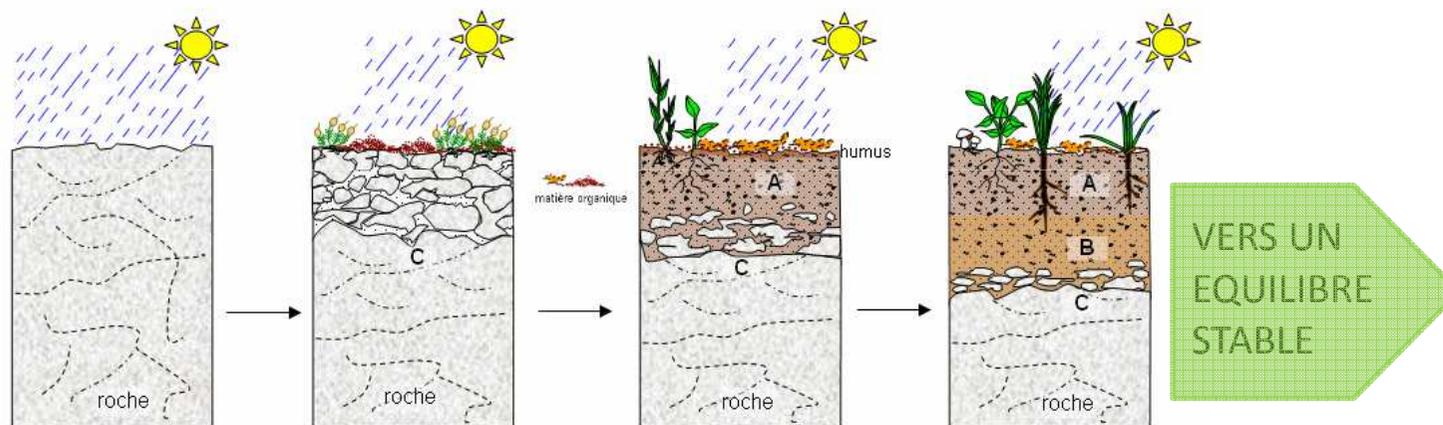
Atelier réseau  
de fermes pilotes 2016

du 29 octobre au 4 novembre





## ORIGINE des SOLS



<p>Roche d'origine (C), affleurante et minérale</p> <p>Le climat altère la roche en surface : alternance sec/humide, T°C chaudes</p>	<p>Colonisation végétale</p> <p><i>*de surface, par les mousses et plantes herbacées puis,</i></p> <p><i>*en profondeur, par les arbustes et arbres.</i></p> <p><b>Le sol est peu évolué</b></p>	<p>Horizon organo-minéral (A)</p> <p><i>La litière décomposée produit l'humus (foncé) qui se mélange aux éléments minéraux issus de la roche d'origine.</i></p> <p><b>Le sol est JEUNE</b></p>	<p>Des horizons différenciés</p> <p><i>Sous l'action du climat et de la végétation, transfert d'éléments minéraux de (A) en profondeur, apparition d'un horizon minéral (B) différent de A et de C.</i></p> <p><b>Le sol est EVOLUE PROFOND</b></p>
--	--	--	---

*\*Profil : succession verticale de couches (« horizons ») qui constituent le sol*



# LES SOLS EN ZONE TROPICALE

GRANDS TYPES de SOL	BRUNS ROUGE TROPICAUX	à	<b>FERRALITIQUES</b>
CLIMAT HUMIDE			
TRANFERTS des ELEMENTS			

Un sol ferrallitique épais de plusieurs mètres se forme en plusieurs 100aines de milliers d'années ! (DUCHAUFOR, Abrégé de pédologie, 1991)



# LES SOLS FERRALITIQUES

Sols des zones tropicales et équatoriales  
**humides**  
Sous **couvert végétal forestier protecteur**

Sol souvent épais et **acide**  
**Riche en aluminium et en fer** (teinte vive ocre  
jaune-rouge).  
**Sensible à l'érosion** (fragiles)

Valeur agricole intéressante MAIS **sol à  
protéger** pour éviter sa dégradation  
(structure...).

Horizon A  
organique+minéral

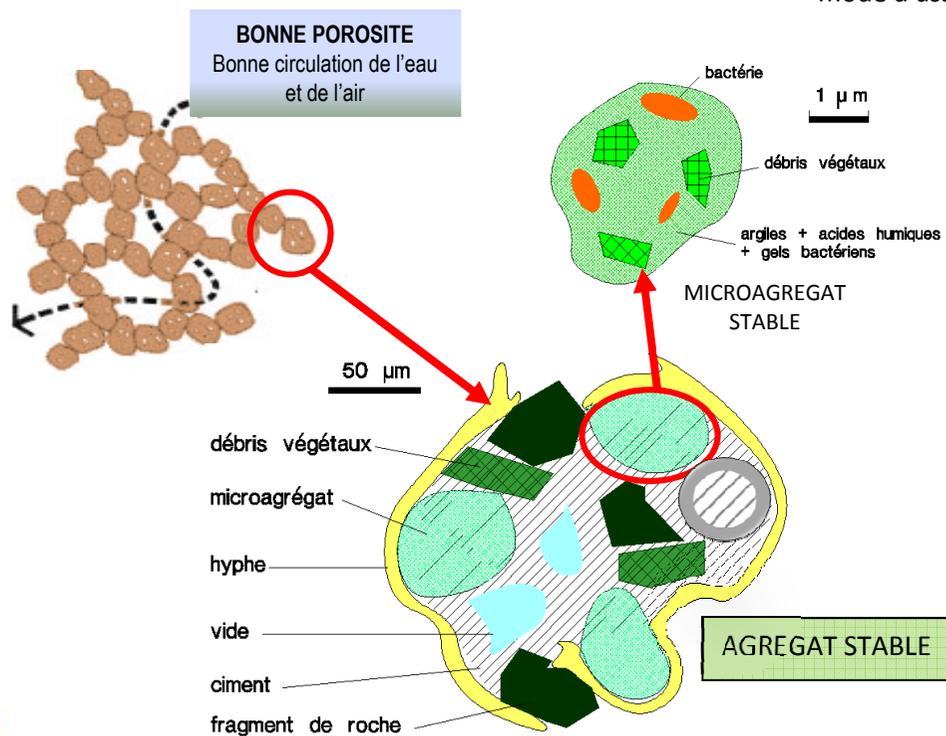
Horizon B minéral  
avec des oxydes de  
fer (Rouge et jaune)  
et d'aluminium





# LA STRUCTURE LA PLUS STABLE

= mode d'assemblage des particules du sol entre elles



**Ciment organo minéral obtenu grâce EV du sol**  
Argile + composés humiques fins et « collants »  
stabilisées grâce au Ca et au Mg



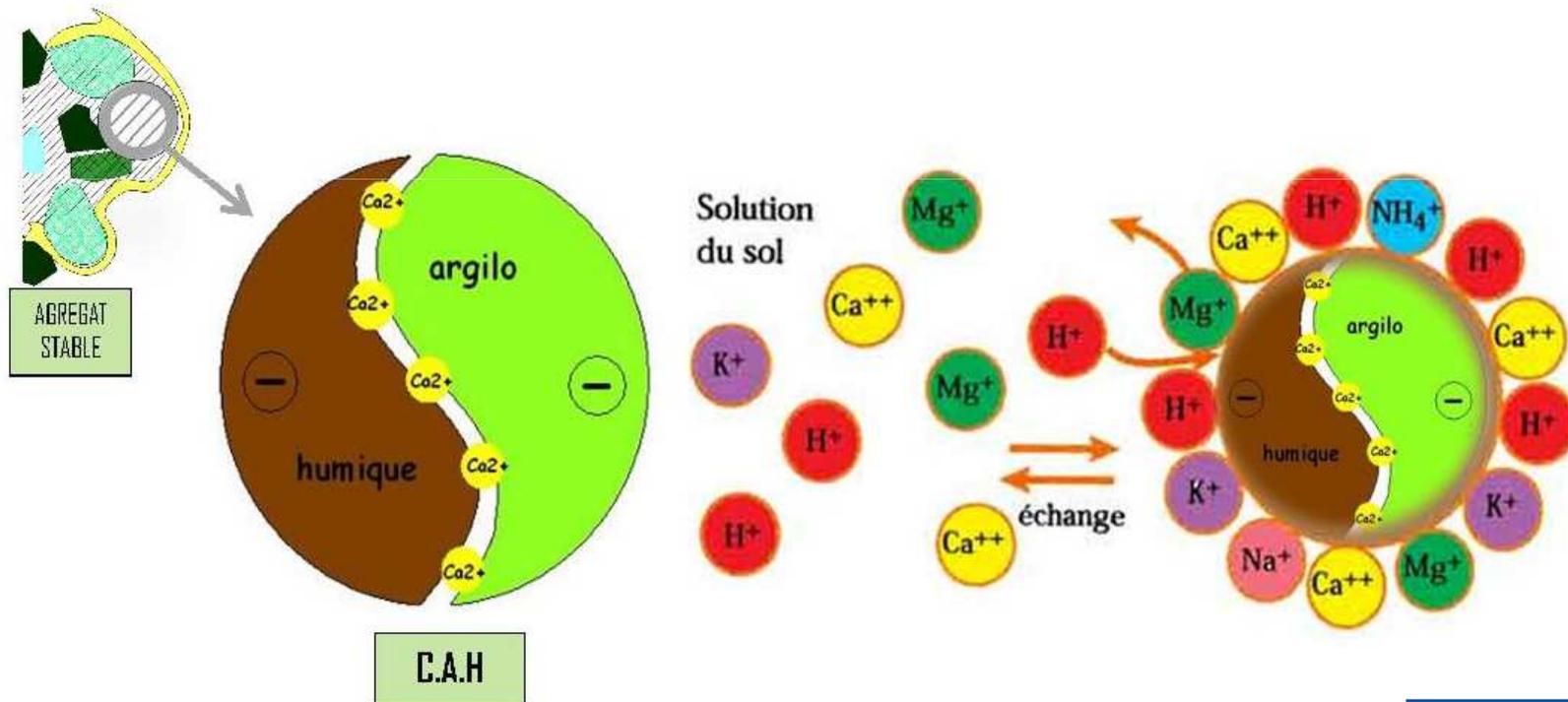
**Particules minérales de tailles variables :**  
Graviers, sables, limons (origine RM)

ROLE PRIMORDIAL DES  
**ETRES VIVANTS** dans la  
STRUCTURATION des SOLS



## CIMENT ORGANO-MINERAL

= Complexe de particules fines (Argile + Humus) stabilisé grâce au Ca, chargé électriquement, hydrophile





# Atelier réseau de fermes pilotes 2016





# Atelier réseau de fermes pilotes 2016

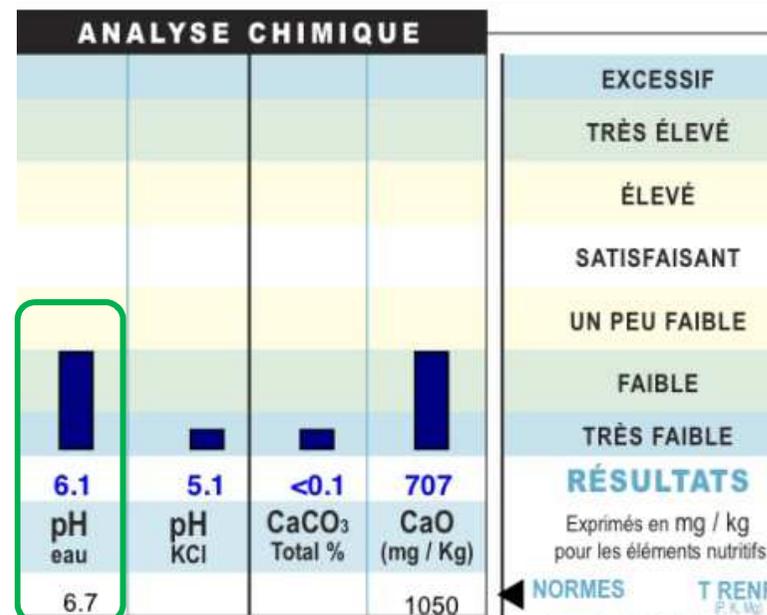
## CEC ET ÉQUILIBRE CHIMIQUE

	Résultats	Normes	Échelle de saturation				
			Très faible	Faible	Satisfaisant	Elevé	Très élevé
<b>CEC (meq / 100g)</b> <small>Capacité d'échange cationique</small>	<b>4.4</b>		[Bar chart showing 4.4 in the 'Très faible' range]				
Ca / CEC (%)	57.5	85.4	[Bar chart showing 57.5 in the 'Faible' range]				
K / CEC (%)	6.2	3.4	[Bar chart showing 6.2 in the 'Très élevé' range]				
Mg / CEC (%)	14.4	11.4	[Bar chart showing 14.4 in the 'Elevé' range]				
Na / CEC (%)	1.0	<5	[Bar chart showing 1.0 in the 'Très faible' range]				
H / CEC (%)							
<b>Taux de saturation (%)</b>	<b>78.9</b>	>100	[Bar chart showing 78.9 in the 'Très faible' range]				

## AUTRES ÉLÉMENTS

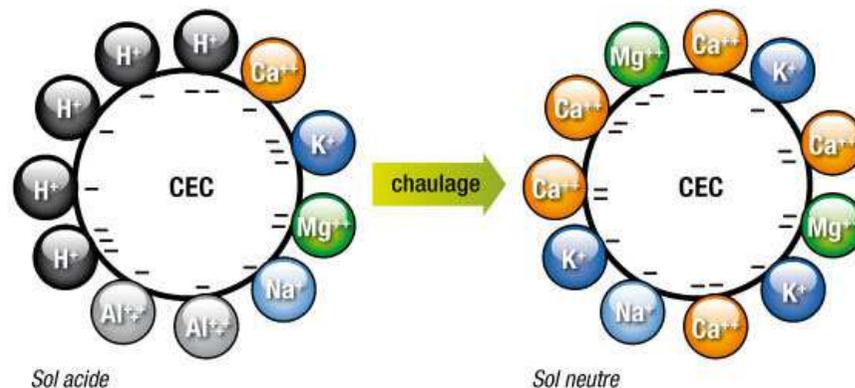
Autres éléments	Al échangeable (mg / kg sec)	Al total (% sec)	Se total (mg / kg sec)	Arsenic total (mg / kg sec)	Ca Actif (% sec)
Résultats	1.00				0.0

## ANALYSE CHIMIQUE



Détermine les conditions chimiques du milieu :

- ☞ Stockage d'éléments (sur le ciment) : CEC
- ☞ Acidité (quantité de H) et quantité de calcium
  - ☞ Alimentation des cultures
  - ☞ Conditions de vie dans le sol
  - ☞ Toxicité de certains éléments





Atelier réseau  
de fermes pilotes 2016

# APPRECIER L'ETAT de son SOL

AU CHAMP  
Avec le profil cultural

AU LABORATOIRE  
Avec l'analyse de terre



Test à la bêche



Observation des caractéristiques  
physiques et biologiques du sol cultivé

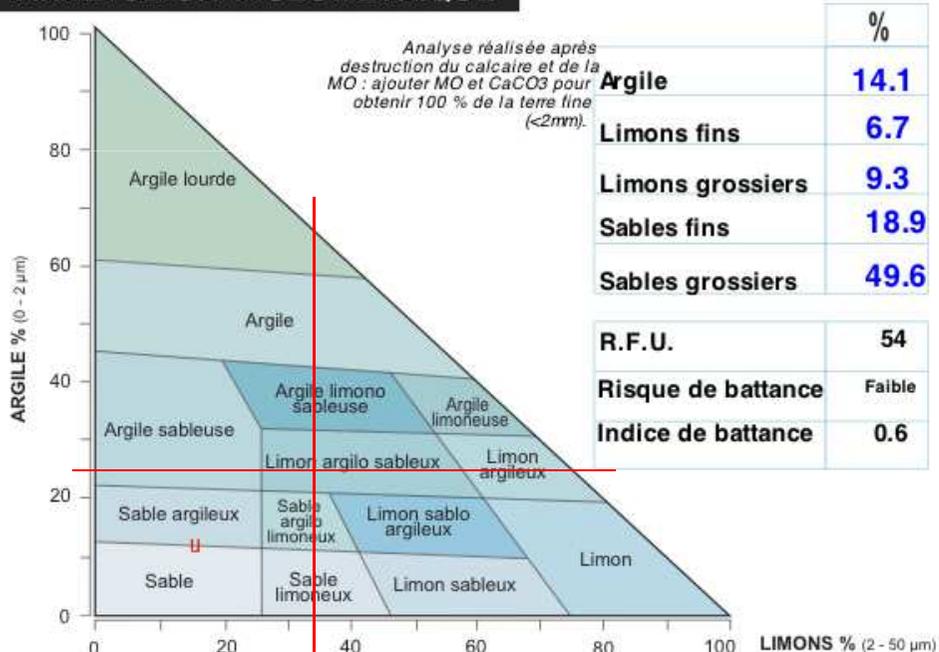


Analyse chimique qui complète  
l'analyse du profil du sol cultivé



## LIRE UNE ANALYSE DE SOL

### ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE



### Matière organique, C/N et Bilan Humique

	Résultats	Normes	Très faible	Faible	Satisfaisant	Elevé
MO %	1.4	2.20	■			
Carbone %	0.80	1.3	■			
Azote Total N %	0.08	0.08	■	■		
C/N	10.5	10	■	■	■	
K2 %	1.6%	>1.5%	■	■	■	■

Détermine la texture et la qualité de MO

☞ Qualité du ciment

☞ Structure

☞ Porosité

☞ Réserve en eau (RFU)

☞ Activité biologique

● **L'ANALYSE DE SOL (laboratoire)**

**Objectif :** Pour comprendre l'état du sol ou la cause de mauvaise végétation, prévoir un amendement, une fertilisation, une irrigation.

<b>ANALYSE PHYSIQUE</b>		A partir de prélèvements effectués sur la parcelle puis envoyés au laboratoire	
<b>TEXTURE</b>	L'analyse granulométrique détermine précisément le % d' <b>argile</b> , de limon, de sables fins et grossiers du sol ⇒ informe sur la structure, son aération et sa capacité à retenir de l'eau		
<b>ANALYSE CHIMIQUE</b>		Les propriétés chimiques du sol sont liées à la présence d'argile et/ou d'humus « ciment collant »	
<b>Matière organique</b>	<b>Taux de MO</b>	Mesure la quantité de MO dans le sol (Norme ± 3 à 4 %)	
	<b>Carbone/Nazote</b>	Mesure le niveau de décomposition de la MO 7<C/N                    sol pauvre ou turnover trop rapide 8<C/N<10            MO bien décomposée – Norme en sol cultivé 10<C/N<30           MO insuffisamment évoluée	
	<b>IAB</b>	Mesure le niveau de l'activité biologique des sols	
<b>CEC</b> (Capacité d'Echange Cationique)	Mesure la quantité d'éléments stockés par le sol ; <b>plus il y a d'Argile et d'Humus, plus le stock est important.</b> <b>Si CEC &lt;10 meq/100g, elle est faible, petit stockage d'éléments</b> Si CEC comprise entre 10 et 12, moyenne Si CEC >12 meq/100g, bonne		
<b>Taux de saturation</b>	Mesure la quantité d'éléments autres que H <sup>+</sup> présents sur la CEC (Calcium (70%), Magnésium, Potassium...) Taux de saturation bon à partir de 80% c'est à dire que 80% de la CEC est occupée par du Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> ... le reste est occupé par le problématique H <sup>+</sup> (responsable de l'acidité du sol)		
<b>pH</b>	Mesure l'acidité dans la solution du sol, la quantité d'ions H <sup>+</sup> : <b>4 à 6.5 : Sol ACIDE = beaucoup de H<sup>+</sup></b> 6,6 à 7,2 : Sol NEUTRE 7,2 à 9 : Sol ALCALIN = peu d'ions H <sup>+</sup>		
<b>Teneurs en ions</b>	<b>Calcium</b>	Mesure la quantité de calcium en solution (nécessaire à la stabilisation des ciments, du pH et à l'alimentation des plantes)	
	<b>Aluminium</b>	Mesure la quantité d'Al soluble, toxique pour les plantes	
	<b>Ceux utilisés par la plante</b>	Eléments majeurs Oligo-éléments	Pour déterminer les besoins en fumure
<b>Réserve en eau</b>	Mesurer la quantité d'eau que peut retenir le sol et disponible pour la plante (pour piloter son irrigation) Sol sableux : 0.5 mm/cm de sol Argile : 1mm/cm de sol, peut être augmentée par association d'humus		

## Analyse de terre

ANALYSE RÉALISÉE POUR :  
**SITE DE LA SODEFEL**  
FERKESSEDOUGOU COTE D'IVOIRE

ORGANISME INTERMÉDIAIRE :  
**JTS FRANCE SA**  
ZA DES FOUSSEAUX  
9 RUE DES COMPAGNONS  
49480 ST SYLVAIN D ANJOU

TECHNICIEN :  
ZONE : **NR**

Prélevé le : Arrivé labo : Sortie labo :  
09/07/2013

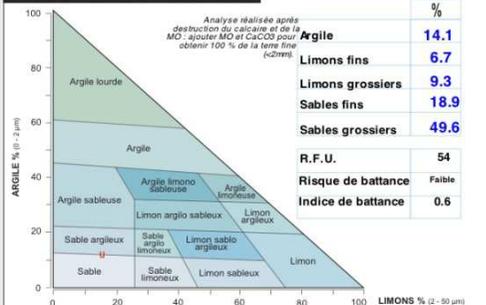
PARCELLE : **PARCELLE 1** LATITUDE :  
N° laboratoire : **1960601** Surface : Prof. prél : Commune : LONGITUDE :

### CEC ET ÉQUILIBRE CHIMIQUE

	Résultats	Normes	Très faible	Faible	Satisfaisant	Élevé	Très élevé
<b>CEC</b> (meq / 100g) Capacité d'échange cationique	<b>4.4</b>		[Bar chart]				
<b>Ca / CEC (%)</b>	<b>57.5</b>	85.4	[Bar chart]				
<b>K / CEC (%)</b>	<b>6.2</b>	3.4	[Bar chart]				
<b>Mg / CEC (%)</b>	<b>14.4</b>	11.4	[Bar chart]				
<b>Na / CEC (%)</b>	<b>1.0</b>	<5	[Bar chart]				
<b>H / CEC (%)</b>			[Bar chart]				
<b>Taux de saturation (%)</b>	<b>78.9</b>	>100	[Bar chart]				

**TYPE DE SOL**  
(voir le triangle de texture)  
Terre Fine : 3200T/ha

### ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE



## Bulletin d'analyse de terre à lire

### ANALYSE CHIMIQUE

	Résultats	Normes
<b>pH eau</b>	<b>6.1</b>	6.7
<b>pH KCl</b>	<b>5.1</b>	
<b>CaCO<sub>3</sub> Total %</b>	<b>&lt;0.1</b>	
<b>CaO (mg / Kg)</b>	<b>707</b>	1050

EXCESSIF  
TRÈS ÉLEVÉ  
ÉLEVÉ  
SATISFAISANT  
UN PEU FAIBLE  
FAIBLE  
TRÈS FAIBLE

**RÉSULTATS**  
Exprimés en mg / kg pour les éléments nutritifs

**NORMES** T RENF. (0 - 5 %)  
T IMPASSE (0 - 10 %)

### ÉLÉMENTS MAJEURS

	Résultats	Normes
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>&lt;10</b>	50 (Phosphore Olsen)
<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>128</b>	70 (Potassium)
<b>MgO</b>	<b>126</b>	100 (Magnésium)
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>&lt;10</b>	<50 (Sodium)

### OLIGO-ÉLÉMENTS

	Résultats	Normes
<b>Zn</b>	<b>1</b>	1.5 (Zinc)
<b>Mn</b>	<b>96.3</b>	14 (Manganèse)
<b>Cu</b>	<b>1.5</b>	1.4 (Cuivre)
<b>Fe</b>	<b>34.5</b>	20 (Fer)
<b>B</b>	<b>0.22</b>	0.4 (Bore)

pH-CaO: Sol moyennement acide. Afin de créer des conditions de culture plus favorables, un chaulage est fortement recommandé.

T renforcement et T impasse : les valeurs indiquées correspondent aux normes d'interprétation pour le type de sol désigné et pour la culture la plus exigeante des trois cultures prévues. Le graphe d'interprétation est donc basé sur la culture la plus exigeante.

### Matière organique, C/N et Bilan Humique

	Résultats	Normes	Très faible	Faible	Satisfaisant	Élevé	Très élevé
<b>MO %</b>	<b>1.4</b>	2.20	[Bar chart]				
<b>Carbone %</b>	<b>0.80</b>	1.3	[Bar chart]				
<b>Azote Total N %</b>	<b>0.08</b>	0.08	[Bar chart]				
<b>C/N</b>	<b>10.5</b>	10	[Bar chart]				
<b>K2 %</b>	<b>1.6%</b>	>1.5%	[Bar chart]				
<b>Bilan Humique prévisionnel</b> (sans apport organique) (kg humus / ha / an)	<b>-500</b>		[Bar chart]				

### ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES

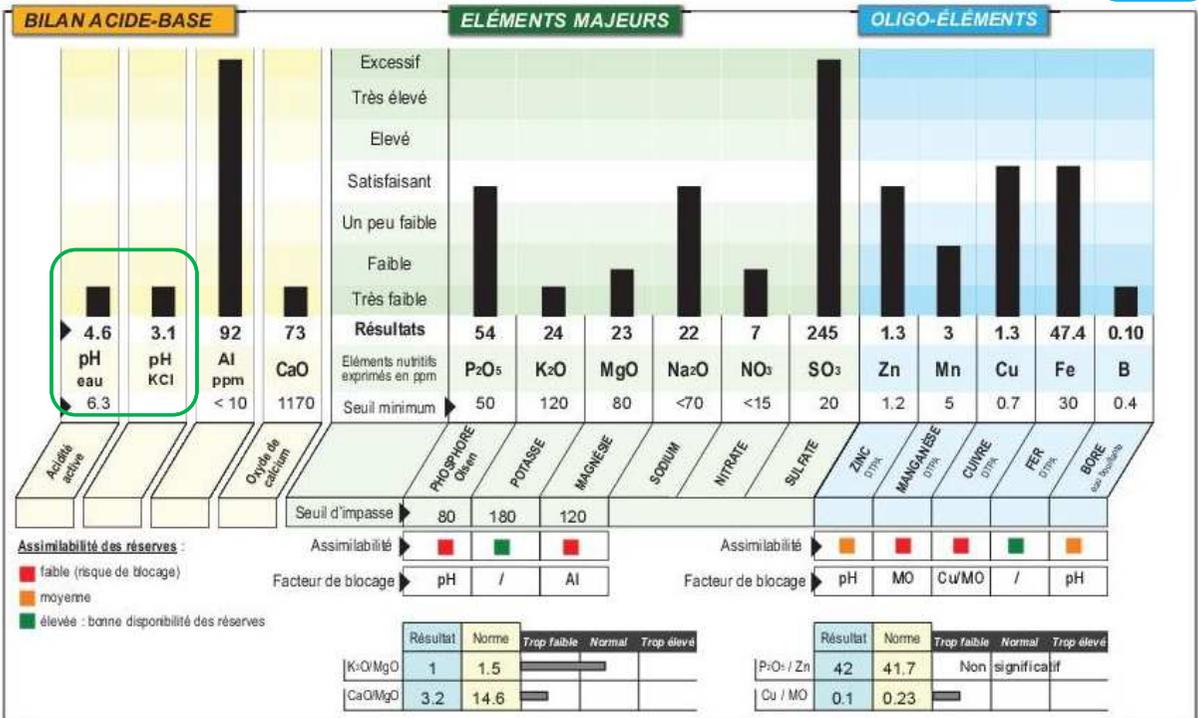
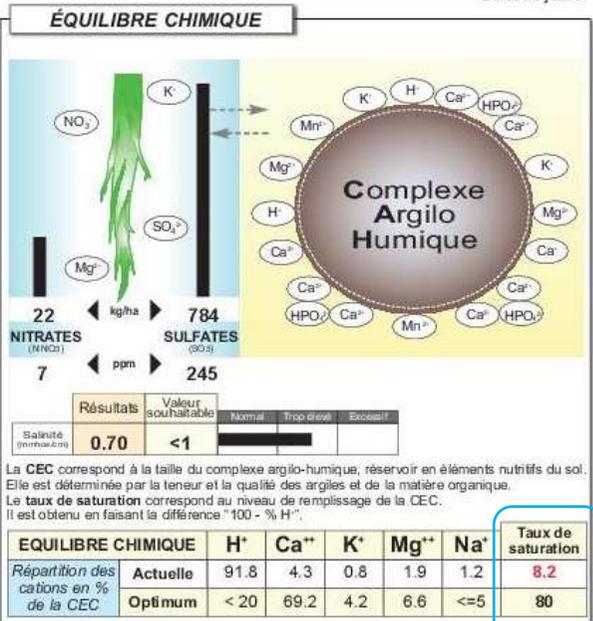
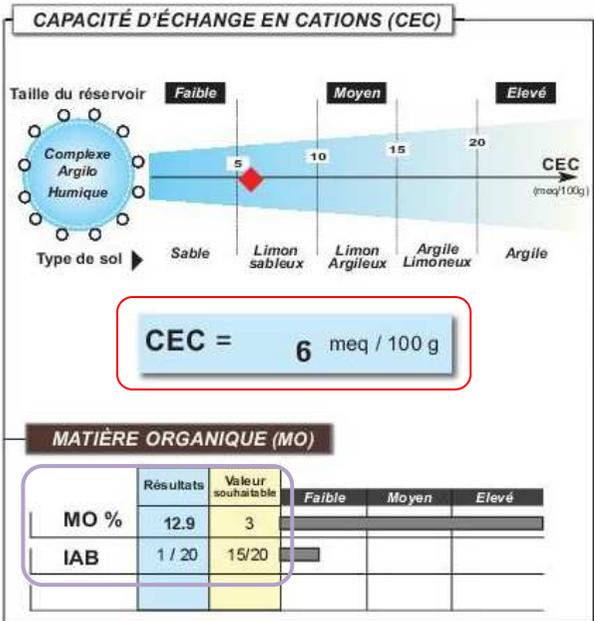
	Résultats (mg / kg MS)	Valeur limite* (mg / kg MS)	Résultat / Limite (%)
<b>Cadmium</b>			
<b>Chrome</b>			
<b>Cuivre</b>			
<b>Mercur</b>			
<b>Nickel</b>			
<b>Plomb</b>			
<b>Zinc</b>			

\*Limite fixée par le règlementation  
\*Valeur limite

### AUTRES ÉLÉMENTS

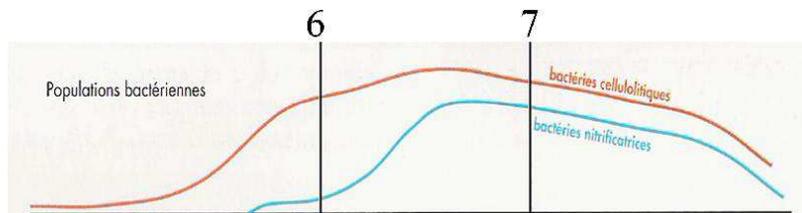
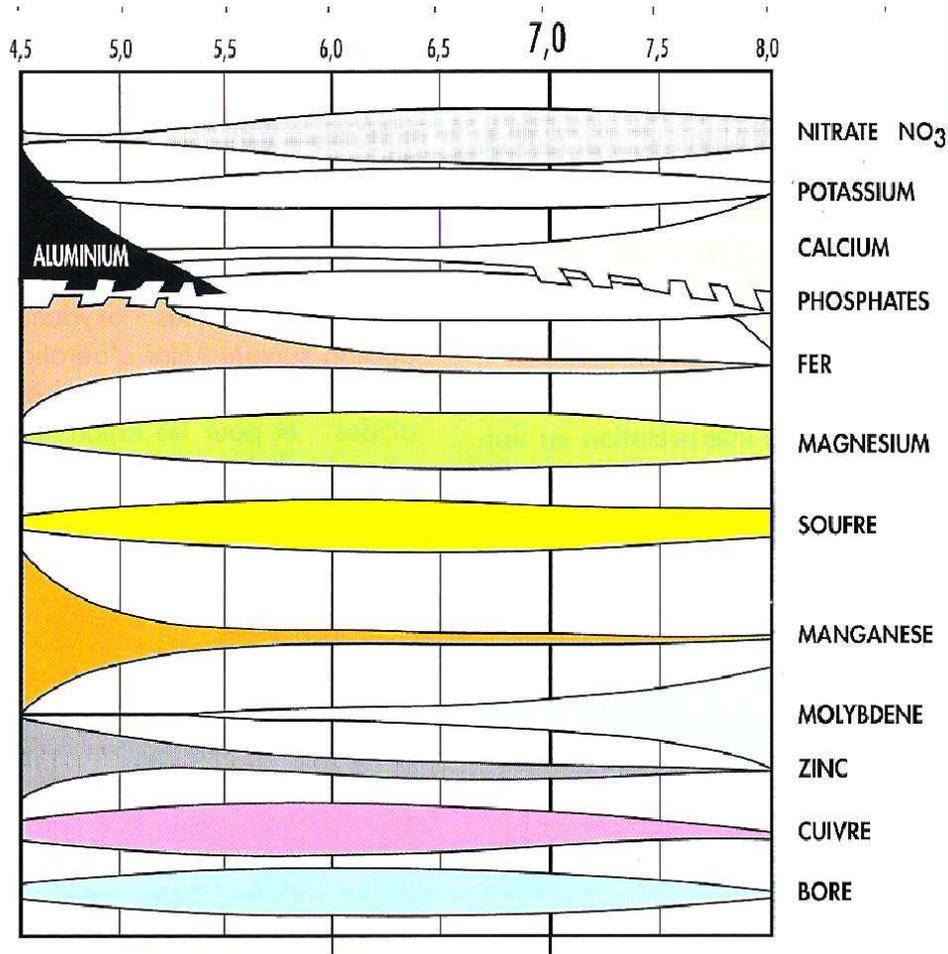
Autres éléments	Al échangeable (mg / kg sec)	Al total (% sec)	Se total (mg / kg sec)	Arsenic total (mg / kg sec)	Ca Actif (g/100g)	Cobalt (mg / kg sec)	Mo total (mg / kg sec)	Fer total (% sec)	Mn total (mg / kg sec)	Bore total (mg / kg sec)	N NH <sub>4</sub> (mg / kg sec)
Résultats	<b>1.00</b>				<b>0.0</b>						





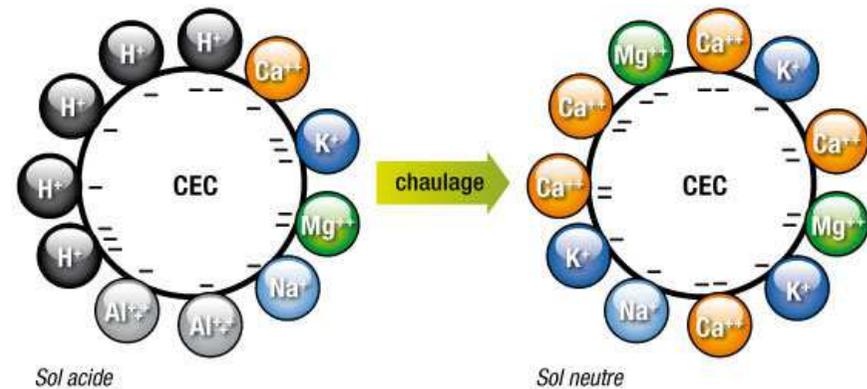
ANALYSE PHYSIQUE			ANALYSE CHIMIQUE			CAPACITÉ D'ÉCHANGE CATIONIQUE		
g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	Ca / CEC	CEC: Metson	meq/kg
Argile	577.7	Limons fins 265.7 Limons grossiers 76.1	341.8	Sables fins 46.3 Sables grossiers 34.2	80.5	60 %	Méthode: NF X31-130 245 meq/kg	7.3
Indice de battance	0.38	Limons totaux	341.8	Sables totaux	80.5	Valeur souhaitable > 70 %	Taux de saturation: 85.4 %	148.0
Refus en %		Méthode: NF X31-107						54.0
PARAMETRES D'ANALYSE	Méthode	Teneur g/kg	Souhaitable g/kg	Très faible	Faible	Normal	Elevé	Très élevé
Calcaire total (CaCO <sub>3</sub> )	NF ISO 10693							
Calcaire actif	NF ISO 10390							
pH eau	NF ISO 10390	6.5	6-7					
DH KCl	NF ISO 10390							
Matières organiques (C * 1.72)	NF ISO 14235	63.5						
Azote total (Kjeldahl) C/N	NF ISO 11261	31.5 - 42.0						

## Disponibilité des ions et activité microbologique en fonction du pH (graphique de TRUOG)



## INFLUENCE du PH

- sur les éléments minéraux
- sur les êtres vivants





## ENTRETENIR la FERTILITE du SOL, c'est :

- ❶ Protéger sa structure contre les pluies et le soleil ( $\nearrow 70^{\circ}\text{C}$ ) (et le vent):
  - par un couvert végétal permanent
  - par du paillage
- ❷ Entretenir le « ciment » de cette structure par des amendements réguliers :
  - en calcium et
  - en matière organique
- ❸ Protéger et entretenir la porosité
  - maintenir un milieu favorable à la vie du sol (*t°, humidité, MO et minérale, air, pH*)
  - favoriser l'implantation de cultures à enracinement profond
  - limiter la compaction (*passages répétés d'engins lourds, travail du sol en conditions trop humides*)
- ❹ Au besoin, fertiliser en adaptant les apports au pH et à la texture du sol