

CONVENTIONS  
SCIENCES DE LA VIE  
AGROPÉDOLOGIE

N° 33

1995

Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du  
Sud de la Nouvelle-Calédonie

Enquête sur le statut des nutriments et des métaux  
lourds chez les végétaux cultivés  
sur différents faciès ferritiques

5 - Observations réalisées chez M. BLANCHARD

Sylvie EDIGHOFFER

Convention Province Sud / ORSTOM  
Avenant n°4 du 8 septembre 1994

CONVENTIONS  
SCIENCES DE LA VIE  
AGROPÉDOLOGIE

N° 33

1995

Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de  
la Nouvelle-Calédonie

Enquête sur le statut des nutriments et des métaux lourds  
chez les végétaux cultivés  
sur différents faciès ferritiques

5 - Observations réalisées chez M. BLANCHARD

Sylvie EDIGHOFFER

Convention Province Sud / ORSTOM  
Avenant n°4 du 8 septembre 1994



L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

© ORSTOM, Nouméa, 1995

/Edighoffer, S.

Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie.  
Enquête sur le statut des nutriments et des métaux lourds chez les végétaux cultivés sur  
différents faciès ferritiques. 5- Observations réalisées chez M. BLANCHARD

Nouméa : ORSTOM. Décembre 1995. 77 p.  
*Conv. : Sci. Vie ; Agropédol. ; 33*

Ø68PROSOL

ENQUETE AGROPEDOLOGIQUE ; METAUX LOURD ; PLANTE CULTIVEE / NOUVELLE  
CALEDONIE ; PROVINCE SUD / SOL FERRALLITIQUE

Imprimé par le Centre ORSTOM  
Décembre 1995

 ORSTOM Nouméa  
REPROGRAPHIE

## AVERTISSEMENT

Ce rapport rend compte des résultats de l'enquête agropédologique 1994 sur le statut des nutriments et des métaux lourds chez les végétaux cultivés sur les différents faciès des sols ferrallitiques du Sud.

Ces recherches ont été conduites au titre de la première opération - relative à l'organisation structurale des sols ferrallitiques du Sud - de l'avenant 4 à la Convention Province Sud-ORSTOM pour **l'étude des facteurs de la fertilité et des conditions de mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Grande Terre.**

Ont contribué à sa réalisation :

- E. Bourdon (collaboration aux diverses mesures et observations réalisées sur le terrain) ;
- E. Ouckewen, L. Taputuarai et W. Nigote (traitement des échantillons de sols et de végétaux au Laboratoire d'Agropédologie) ;
- J.L. Duprey et les membres de son équipe du Laboratoire d'Analyses.

Par ailleurs, la publication de ce rapport a fait appel aux services de J-P. Mermoud et N. Galaud pour l'édition de l'ensemble.



# Sommaire

	Pages
<b>1 - INTRODUCTION</b> .....	5
<b>2 - PHASE I : COLLECTE D'INFORMATIONS GENERALES SUR L'EXPLOITATION</b> .....	9
Questionnaire concernant l'exploitation de M. BLANCHARD .....	11
<b>3 - PHASE II : RECONNAISSANCE DES DIFFERENTS FACIES PEDOLOGIQUES DE L'EXPLOITATION DE M. BLANCHARD</b> .....	17
<b>3.1 -Premier exemple en zone de piedmont, parcelle de tomates</b> .....	19
Fiche n°1 : cartographie des volumes de sols de la parcelle de tomates.....	21
Fiche n°2 : caractéristiques de la parcelle de tomates .....	23
<b>3.1.1-Le profil culturel BLA-1</b> .....	25
Photographie du profil culturel.....	25
Schéma du profil culturel.....	27
Description des horizons.....	29
Interprétation agropédologique du profil.....	31
<b>3.1.2-Le profil culturel BLA-2</b> .....	32
Photographie du profil culturel.....	32
Schéma du profil culturel.....	33
Description des horizons.....	35
Interprétation agropédologique du profil.....	37
<b>3.2 - Deuxième exemple en plaine alluviale, parcelle de papayer</b> .....	38
Fiche n°3 : cartographie des volumes de sols de la parcelle papayer .....	39
<b>3.2.1-Le profil culturel BLA-3</b> .....	41
Photographie du profil culturel.....	41
Schéma du profil culturel.....	41
Description des horizons.....	43
Interprétation agropédologique du profil.....	45
<b>3.3 - Caractéristiques physiques et chimiques des profils cultureux</b> .....	46
Fiche n°4 : Caractéristiques physiques des profils cultureux .....	47

<b>3.3.1-Caractéristiques physiques</b> .....	46
3.3.1.1 - Méthodes de mesures .....	46
3.3.1.2 - Observations .....	49
Texture .....	49
Compacité et porosité.....	49
Développement racinaire.....	50
<b>3.3.2-Caractéristiques chimiques</b> .....	50
<b>4 - PHASE III : NIVEAUX (SOL ET PLANTE) DES TENEURS EN METAUX LOURDS</b> .....	53
<b>4.1- Résultats</b> .....	55
<b>4.1.1-Parcelles de tomates cultivées en plaine et en piedmont</b> .....	55
4.1.1.1 - Niveaux des éléments minéraux dans les sols.....	55
4.1.1.2 - Niveaux des éléments minéraux dans les feuilles de tomates.....	55
<b>4.1.2-Parcelle de bananiers cultivée en plaine</b> .....	57
4.1.2.1 - Niveaux des éléments minéraux dans le sol .....	57
4.1.2.2 - Niveaux des éléments minéraux dans les feuilles de bananiers .....	57
<b>4.1.3-Parcelle de papayers cultivées en plaine</b> .....	59
4.1.3.1 - Niveaux des éléments minéraux dans le sol .....	59
4.1.3.2 - Niveaux des éléments minéraux dans les feuilles de papayers .....	59
<b>4.2 - Interprétations : comparaisons à des normes</b> .....	59
4.2.1 - Niveaux des éléments minéraux dans les sols.....	59
4.2.2 - Niveaux des éléments minéraux dans les végétaux .....	59
4.2.2.1 - Les tomates.....	60
4.2.2.2 - Les bananiers.....	61
4.2.2.3 - Les papayers.....	61
<b>5 - ANNEXES</b> .....	63
<b>5.1 - Annexe n°1</b>	
Teneurs en éléments minéraux et en métaux lourds de végétaux cultivés sur la propriété de M. Blanchard ( <i>tableaux N°1, N°2, N°3 et N°4</i> ) .....	65
<b>5.2 -Annexe n°2</b>	
Normes de teneurs en éléments minéraux de plantes cultivées ( <i>tableaux N°1, N°2, N°3, N°4, N°5 et N°6</i> ) .....	71
<b>6 -REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	79

**1 - INTRODUCTION**





Cette enquête Agropédologique se situe dans le cadre de la convention de recherche passée entre la Province Sud et l'O.R.S.T.O.M pour l'étude **des facteurs de la fertilité et des conditions de mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Grande Terre**.

Elle a comme objectif l'établissement d'un premier référentiel, tant pédologique qu'agronomique, sur les teneurs en nutriments et en métaux lourds du sol et des végétaux cultivés sur les principaux faciès des sols ferrallitiques des vallées de La Coulée, de la Lembi. Il s'agit en particulier, d'identifier les causes des symptômes anormaux de développement en essayant de séparer les facteurs limitants du développement (et du rendement) liés aux techniques culturales, de ceux liés aux conditions originales du sol.

La démarche suivie a été décrite dans un premier document détaillant la méthode de diagnostic agropédologique de parcelles agricoles (Edighoffer S. et Bourdon E., 1993).

Elle se déroule en trois phases :

- **phase I** : une collecte d'informations générales par l'intermédiaire d'un questionnaire agriculteur ;
- **phase II** : une reconnaissance des différents faciès pédologiques de l'exploitation ;
- **phase III** : la constitution d'un référentiel sol-plante des teneurs en métaux lourds et en nutriments des plantes cultivées observées.



## **2 - PHASE I**

### **COLLECTE D'INFORMATIONS GENERALES SUR L' EXPLOITATION**

Questionnaire "agriculteur" qui dure environ 1 heure et qui a comme objectif d'identifier les itinéraires techniques et les systèmes de production pour permettre une meilleur compréhension des éventuels problèmes observés sur les cultures .



**QUESTIONNAIRE AGRICULTEUR**  
**RÉALISÉ LE 17 MAI 1994**

**CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPLOITATION**

**A - Situation de famille**

1. Nom de l'exploitant : *Philippe BLANCHARD*
2. Formation de l'agriculteur : *pas de formation agricole, il avait un élevage avicole auparavant ;*
3. Existe t-il dans la famille des personnes ayant eu une formation agricole ou autre? Si oui, laquelle ? *non, son frère, qui est actuellement moine, avait fait des cultures de fleurs.*
4. Exercez-vous une autre activité que celle d'agriculteur ? *non*
5. Depuis combien d'années êtes-vous agriculteur ? *depuis 1987, soit 7 ans sur cette exploitation.*

**B - Situation de l'exploitation**

6. Nom de l'exploitation : *La Nembé ou lot 38 du domaine*
7. Statut de l'exploitant :

Propriétaire	Locataire	Autres
	X	

8. Date de la première mise en valeur : *1987, le bail est de 19 ans avec le domaine.*
9. Localisation de l'exploitation : *route de Yaté, en bas du col de Mourange.*
10. Superficie de l'exploitation : *33,3 ha*
11. Nombre de parcelles au total : *4 grandes parcelles*
12. Nombre de parcelles inaccessibles : *les parcelles sous serres se situant en bas du col de Mourange et dont l'accès se fait par la route de Yaté.*
13. Distance de la parcelle la plus éloignée des bâtiments techniques de l'exploitation : *800 m*
14. Situation topographique :

montagne	piedmont	glacis	plaine
	X	X	X

15. Existe-t-il une station météo proche de l'exploitation ? *non, la plus proche est celle de M.Cochard.*

Avez-vous des données météo récentes ? *non*

Température minimale	Température maximale	Ensoleillement	pluviométrie

**C - Main-d'oeuvre sur l'exploitation**

16. Combien de personnes travaillent-elles sur l'exploitation ? *6 personnes et ma femme et moi*

**D - Matériel agricole**

17. Quels matériels utilisez-vous ?

Opérations culturales	Matériels utilisés
labour	<i>2 tracteurs (45 cv et 75 cv) 1 trancheuse sous-soleuse 1 girobroyeur</i>
préparation du lit de semences	<i>2 rotavators</i>
épandage de produits divers	<i>2 pulvérisateurs TECHNOMA (400 l), 7 pulvérisateurs portables (10 l) et 2 pulvérisateurs portables à moteur (10 l) 1 semoir à main</i>
récolte ou autre	<i>1 machine à laver les carottes 1 laveuse calibreuse pour tomates 1 pelle NEWLAND chargeur (22 cv)</i>

18. En empruntez-vous à l'extérieur ? Si oui, lequel ? Et à qui ? *oui, à M. Pomina, le semoir à carottes ;*

19. Pour la préparation des sols, dans quel ordre utilisez-vous les machines ?

Ordre d'utilisation	Machine utilisée
1	<i>Girobroyeur</i>
2	<i>Rotavator (pour tomates et carottes) Sous soleuse (pour igname et patate)</i>
3	

20. Envisagez-vous l'achat de matériel dans les années à venir ? *non, sinon de renouveler le matériel qui ne marche plus.*

## SYSTÈMES DE CULTURES

### A - Différentes cultures

21. Que produisez-vous ?

Cultures	Variétés	Localisation	Dates de culture	Rendement
<b>Céréales :</b>				
blé				
orge				
sorgho				
maïs				

<b>Cultures maraîchères</b>				
pomme de terre				
carotte	<i>Royal Cross</i>	<i>précédemment en plaine, maintenant en piedmont</i>		
Haricot vert	<i>Phénomène</i>	<i>sous serre en bordure de rivière</i>		
chou				
aubergine				
poivron	<i>Atlantique et Pacifique</i>	<i>en plaine, bordure de route</i>		
tomate	<i>Luxor Celebrity Carmen President Carnivol Magistrat</i>	<i>en plaine et en piedmont</i>	<i>en continue toute l'année</i>	

<b>Cultures fruitières</b>				
orange				
papaye	<i>locale</i>	<i>en plaine 200 pl</i>		
banane	<i>William</i>	<i>en plaine 1 ha</i>		
ananas				
pomme-liane				
melon	<i>vert Galia</i>	<i>en plaine sous serre</i>		
mangue				



Cultures	Variétés	Localisation	Dates de culture	rendement
<b>Cultures vivrières</b>				
igname	<i>de Port-Laguerre</i>	<i>en cours</i>		
patate	<i>-curry : 3 var. -douce : 2 var.</i>	<i>en cours en cours</i>		
taro	<i>-de montagne -bourbon</i>	<i>à venir à venir</i>		
manioc	<i>curry</i>	<i>en cours</i>		

<b>Autres cultures</b>				
café				
pervenche				
Rosier	<i>variables</i>	<i>plaine</i>	<i>1993</i>	<i>100 à 200 roses par jours</i>

22. Parmi ces productions, quelles sont celles qui vous intéressent le plus ? *les tomates*

23. A quelles dates pratiquez-vous ces productions ? *toute l'année*

24. Quels sont les rendements atteints ? *par pied, en mauvaise saison 2 à 3 kg par pied, en bonne saison : 5 à 7 kg par pied*

25. Quelles sont les principales variétés, de chaque production ? *cf. variétés énoncées ci-dessous*

26. Quelles sont les cultures les plus rentables ? *les tomates*

### **B - Technique de production**

27. Qu'apportez-vous comme engrais ?

Ordre des apports	Type d'engrais
1	<i>- 0-32-16 pour les tomate - du tri-phosphate pour les carottes</i>
2	<i>- 13-13-21 pour tomate</i>
3	<i>- 13-13-21 pour tomates en fleurs</i>
4	<i>- nitrate de potasse quand les tomates sont plus âgées.</i>

28. Apportez-vous de la matière organique, et sous quelle forme ? Résidus de récolte, fumier ou lisier ? *pas de résidus de récolte, je ne crois pas au sorgho fourrager !*

Type de matière organique	Quantité
Fumier	<i>le fumier est appliqué 3 semaines avant les engrais en préparation du sol</i>

29. Réalisez-vous une préparation spécifique du sol pour chaque production ? Si oui, laquelle ? *oui, les carottes en doubles rangs sont butées à la main, les tomates butées également à la main, le manioc planté directement à plat et les ignames butées avec la sous-soleuse.*

30. Pratiquez-vous l'irrigation ?

<i>oui</i>	
------------	--

Nombre de parcelles irriguées ? *10 parcelles en plein champ*

Surfaces irriguées au total ? *du gouttes à gouttes pour les serres et pour les cultures de tomates, melon, concombre et haricot vert.*

31. Avez-vous (ou avez-vous eu) des problèmes de maladies ? *sur tomates : alternariose et bactériose, sur melon haricot vert et concombre de l'oïdium et des nématodes, sur carottes un peu d'alternariose.*

32. Avez-vous eu recours à des traitements phytosanitaires sur vos cultures ? *oui, en alternance j'utilise : Decis, Betroïde, Tamaron, Tokution et des andosulfants.*

33. Quelles types de successions réalisez-vous sur vos parcelles ? *normalement toujours les mêmes successions tomate-carotte avec quelquefois après la carotte des patates ou des poivrons.*

34. Connaissez-vous des zones où les cultures sont particulièrement faciles à réaliser ? *en bordure de rivière en plaine, c'est pour cette raison que j'ai mis mes serres.*

Connaissez-vous des zones où les cultures ne viennent pas ? *en piedmont et en glacis.*

Savez-vous pourquoi ? *je pense qu'il y a moins d'humus et des carences en fer, en bore et en magnésium.*

### **C - Cultures envisagées dans l'avenir**

35. Quelles sont les cultures à abandonner ? Pourquoi ? *aucune*

36. Voulez-vous essayer de nouvelles cultures ? Savez-vous les conduire ? *non*

37. Voulez-vous augmenter vos surfaces cultivées ? *je vais essayer des terrains en altitude, c'est à dire essayer de planter au-dessus de mes parcelles actuelles (parcelles de tomates) sur environ 1 ha.*

## FONCTIONNEMENT DU PARCELLAIRE

43. Pensez-vous avoir des problèmes climatiques sur votre exploitation ? *non*

44. Les sols présents sur votre exploitation sont-ils fertiles ? *non*

Relativement homogènes ? Combien de types de sols distinguez-vous ? *il y a des taches de sols : argile jaune, rouge et verte.*

45. Avez-vous des problèmes d'érosion ? *oui*

Si oui, de quels types ? *glissement de terre lors des fortes pluies des mois de Déc. Jan. et Fév.*

Sur quelle parcelle ? *sur les parcelles en hauteur, sur fortes pentes.*

Qu'avez-vous fait pour y remédier ? *j'ai laissé pousser l'herbe pour retenir le sol.*

46. Quels sont les principaux problèmes rencontrés sur vos cultures ? *pas de particuliers.*

47. Avez-vous remarqué des symptômes anormaux de développement ? Si oui, quel traitement avez-vous appliqué ? *des rangs de tomates sur piedmont qui restent petits et bien verts, si je rajoute du wellgrow (mélange d'oligo + N), la culture pousse un peu mieux.*

**3 - PHASE II**

**RECONNAISSANCE DES DIFFERENTS FACIES  
PEDOLOGIQUES DE L'EXPLOITATION**



### **3.1- Premier exemple en zone de piedmont, parcelle de tomates**

Fiche n°1 : cartographie des volumes de sols de la parcelle de tomates

Fiche n°2 : caractéristiques de la parcelle de tomates

#### **3.1.1-Le profil cultural n°1**

Photographie du profil cultural  
Schéma du profil cultural  
Description des horizons  
Interprétation agropédologique du profil

#### **3.1.2-Le profil cultural n°2**

Photographie du profil cultural  
Schéma du profil cultural  
Description des horizons  
Interprétation agropédologique du profil

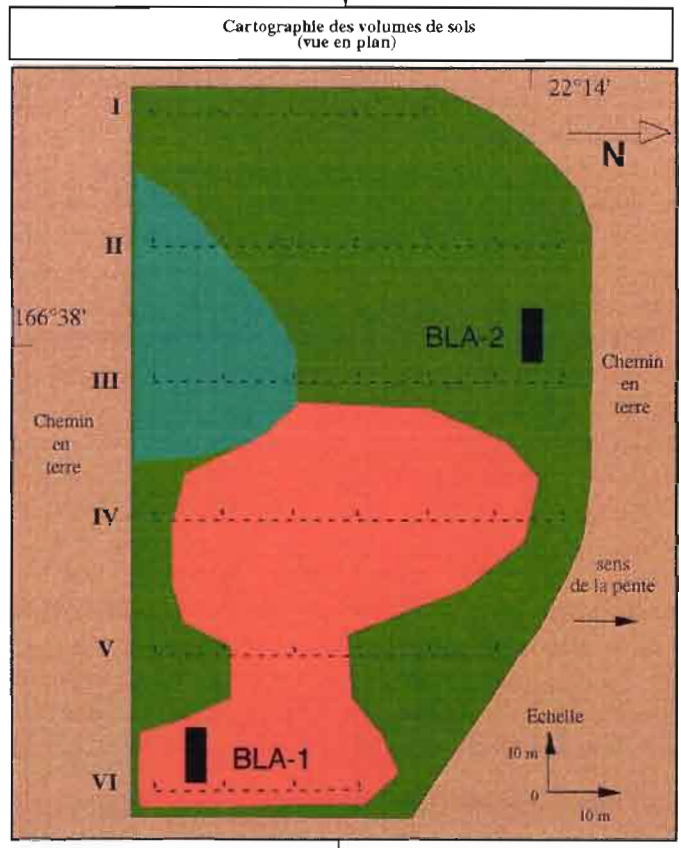
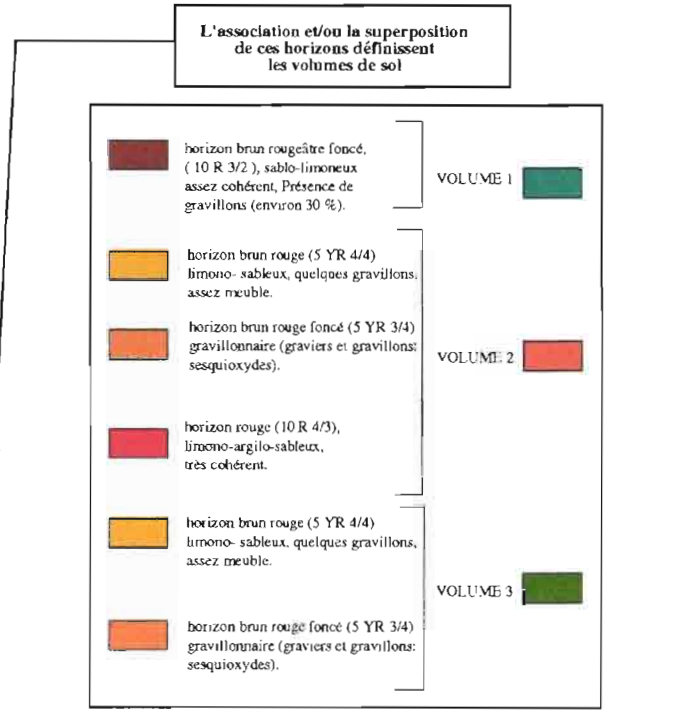
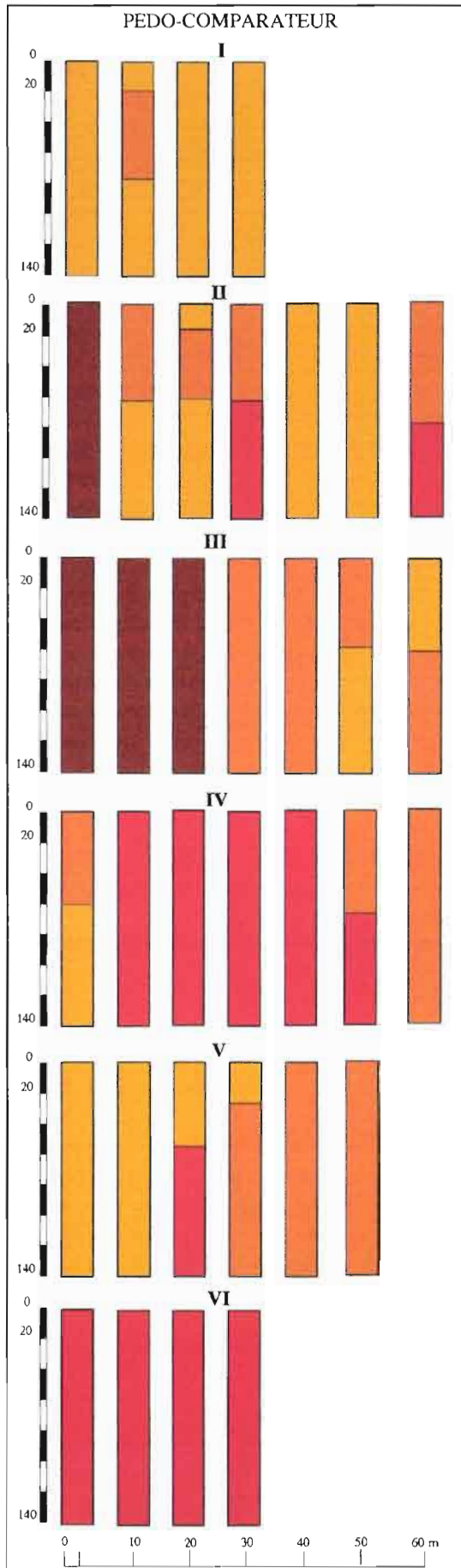
### **3.2- Deuxième exemple en plaine alluviale, parcelle de papayer**

Fiche n°3 : cartographie des volumes de sols de la parcelle papayer

#### **3.2.1-Le profil cultural n°3**

Photographie du profil cultural  
Schéma du profil cultural  
Description des horizons  
Interprétation agropédologique du profil





**Diagnostic agro-pédologique**

Les contraintes physiques observées sur cette parcelle sont :

- des pentes relativement importantes dans le volume 2 et 3 ;
- le volume 2 est assez cohérent dès 20 cm de profondeur.





**Fiche n°2 : Exploitation de M. Blanchard : caractéristiques de la parcelle à étudier, parcelle située en zone de piedmont au-dessus des serres.**

**ÉTUDE D'UNE PARCELLE PARTICULIÈRE**

48. Quelle est la principale caractéristique de cette parcelle ?  
 "Avec problèmes", pourquoi ? *parcelle très hétérogène. Les sols de cette parcelle sont différents de ceux du bas de modelé ou les cultures se développent très bien.*  
 "Sans problèmes", pourquoi ?

49. Quelle est sa superficie ? *1 ha*

50. Qu'est ce qui entoure cette parcelle ? *des champs de tomates en dessous et des brousses de part et d'autre. Le sommet sera prochainement labouré pour cultiver de tomates.*

51. Situation topographique :

montagne	piedmont	glacis	plaine
	X		

52. Profondeur de sol, zone exploitable par les racines (en cm) : *15 cm*

53. Existe t-il des obstacles à l'enracinement ? De quel type ? *non*

54. Avez-vous une idée de la texture de ce sol ? *sol pas très sableux*  
 Du pourcentage estimé, en argile ? *je ne sais pas*  
 Du pourcentage estimé, en limons fins et/ou Limons grossiers ? *je ne sais pas*  
 Du pourcentage estimé, en sables fins et/ou sables grossiers ? *je ne sais pas*

55. Ce sol présente t-il, selon vous, des problèmes ou des avantages particuliers ? *comme il est en piedmont, il n'est pas très bon pour la culture. Je vais essayer de planter des carottes car en bas on est infesté d'herbe à oignons, et sur les pentes les cultures ne sont pas encore infesté par trop d'adventices.*

56. Sensibilité du sol à l'excès d'eau ?

drainage insuffisant	drainage parfois insuffisant	sol sain
		X

57. Sensibilité à la sécheresse ?

sol séchant rapidement	sol conservant bien l'humidité
X	

58. Type de culture en place ?

Culture	Motivations de la culture	date de semis	Variété	Rendement prévisible
tomates : 3 var.		- il y a 1 mois - toutes les sem. - toutes les sem.	- Celebrity - Luxor - Carmen	

59. Est-il possible de préciser les cultures antérieures ? *des carottes qui ont très mal poussées, de petites tailles, mais en piedmont je n'ai pas eu d'herbe à oignons.*

60. Maladies ou attaques d'insectes survenues lors de ces cultures ? *des aleurodes, mais beaucoup moins que dans les serres. Traitement avec APLODE + PHOLIMAT*

61. Amendements réalisés sur cette parcelle ? *fumier de poule*

62. Dates des principaux apports ?

Dates des apports	N-P-K	Chaux, calcaire, gypse	Matière organique	Autres apports
1 <sup>er</sup> apport il y a 3 ans		<i>gypse et chaux</i>		
2 <sup>ème</sup> apport au moment du labour			<i>fumier</i>	
3 <sup>ème</sup> apport avant semis	<i>13-13-21 0-32-16</i>			<i>par temps sec : hyperphosphate</i>
4 <sup>ème</sup> apport en cours culture	<i>13-13-21 17-17-17</i>			<i>par temps pluvieux : 0-32-16</i>

63. La plante cultivée sur cette parcelle présente-t-elle des symptômes anormaux de développement ? Si oui, lesquels ? *des virus avec des feuilles dentelées.*

64. Pensez-vous à une carence ? A une toxicité éventuelle ? *carence en bore quand le plant est tout petit, une toxicité radioactive du sol ?*

65. Avez-vous remarqué ces mêmes symptômes sur une autre culture ? *carotte et tomate*

A un autre moment du cycle de développement de la plante ? *non*

A une autre époque de l'année ? *non, mais par endroits il y a des zones de couleur rose ou les cultures ne poussent pas.*

### 3.1 -Premier exemple en zone de piedmont, parcelle de tomates

#### 3.1.1-Le profil culturel BLA-1

FICHE D'OBSERVATION DU PROFIL CULTURAL				
<b>Numéro:</b> BLA 1	<b>Observateur :</b> Sylvie et Manu	<b>Date :</b> 19/05/1994	<b>Culture :</b> Tomate 3 variétés : Celebrity, Luxor et Carmen	<b>Précédents :</b> Carottes : Royal Cross

Observations	Situation du profil	Itinéraire Technique
Sur cette parcelle d'1 ha il y a plusieurs variétés de tomates à des âges différents.	Au sommet de la bosse en haut de la parcelle en bordure d'un petit chemin de terre. Les tomates sont âgées de 2 mois et en début de première production (tomates encore vertes).	Girobroyeur et rotavator

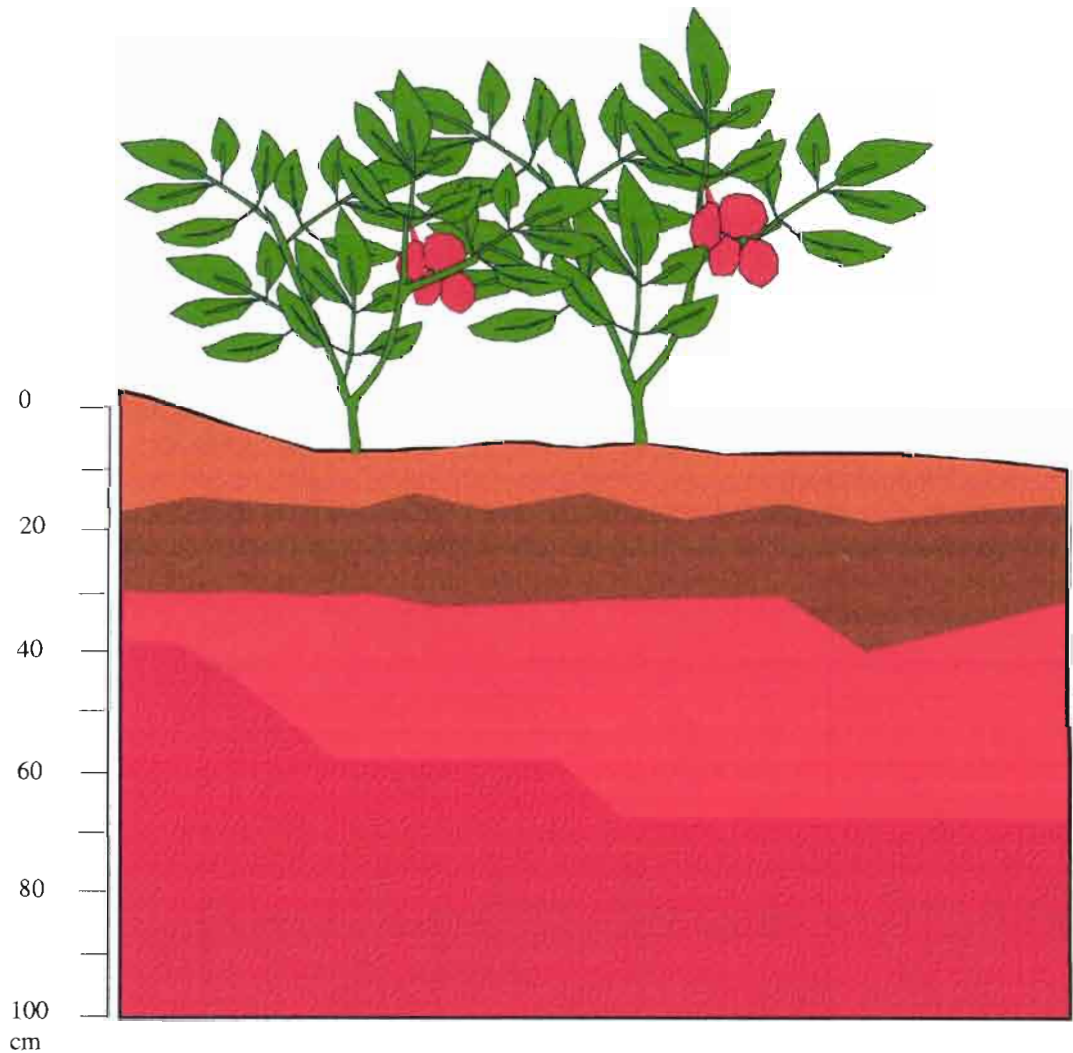
SITUATION TOPOGRAPHIQUE
La parcelle de tomates se situe en zone de piedmont avec une pente relativement forte (10 % par endroit). Les lignes de tomates sont dans le sens de la pente, sachant que le terrain a globalement la forme d'une bosse.

#### Photographie du profil culturel BLA-1









## Schéma du profil BLA-1



### LEGENDE

-  horizon limo-sableux de couleur 10 R 3/2 , à structure particulière, très meuble à boulant. Présence de sables fins et de 50 % de sables grossiers : gravillons de sesquioxydes de fer (de taille : 1 et 2 mm).
-  horizon limono-sableux de couleur 10 R 3/2 à 10 R 3/3. La structure est fragmentaire peu nette, assez meuble. Présence de sables grossiers : gravillons et graviers de 1 à 2 mm de diamètre.
-  horizon limono-sableux de couleur 10 R 3/3. La structure est massive à très cohérente. Présence de sables grossiers : gravillons et graviers de 1 à 2 mm de diamètre.
-  horizon limono-argilo-sableux de couleur 10 R 3/6 légèrement rosé à structure fragmentaire emboîtée peu nette, très cohérente. Présence d'agrégats de 1 à 5 mm de diamètre très fragile et friable avec quelques rares pores tubulaires très fins.



<b>PROFIL BLA 1</b>				
<b>VOLUME</b> Profondeur en cm	1 (0-15)	2 (15-20)	3 (20-40)	4 (40-80)
<b>1 - TEXTURE</b> (les majuscules indiquent des caractères dominants) - Sableuse : S - Limoneuse : L - Argileuse : A - Sablo-limoneuse : SL - Limono-sableuse : LS - Limono-argileuse : LA - Sablo-argileuse : SA	LS	Ls	Ls	LAs
<b>2 - HUMIDITE</b> - Sec - Frais - Humide - Très humide	frais	frais	frais	frais à sec
<b>3 - COULEUR</b> Couleur dominante du code MUNSELL	10 R 3/2	10 R 3/2 à 3/3	10 R 3/3	10 R 3/6
<b>4 - STRUCTURE</b> - Particulaire - Massive - Massive fissurée - Fragmentaire peu nette - Fragmentaire nette - Fragmentaire très nette	particulaire	fragmentaire peu nette	massive	fragmentaire peu nette
<b>5 - VIDES ENTRE ELEMENTS STRUCTURAUX</b> - Volume des vides faibles - Volume des vides assez important - Volume des vides très important	très important inter granulaire	assez important inter agrégats	très faible	très faible
<b>6 - COMPACTITE ET COHESION</b> - Très peu compact / boulant - Peu compact / meuble - Assez compact / cohérent - Très compact / très cohérent	très meuble à boulant	meuble	cohérent compact	très cohérent
<b>7- ELEMENTS GROSSIERS</b> - Sables de 0,1 à 0,5 cm - Gravillons de 0,2 à 2 cm - Cailloux de 2 à 20 cm - Blocs > 20 cm	limons et sables fins, gravillons de 0,1 à 0,2 cm abondants.	sables grossiers et gravillons.	sables grossiers et de petits gravillons (<0,1 cm).	absents
<b>8- MATIERE ORGANIQUE</b> - Absente - Non directement décelable (NDD) - Faible - Importante - Très importante	NDD	NDD	NDD	NDD
<b>9 - TRANSITION</b> - Graduelle (plus de 5 cm) - Distincte (de 2 à 5 cm) - Nette (moins de 2 cm) - Très nette (contact direct) - Racines déviées - Racines bloquées	nette et irrégulière	distincte à nette et irrégulière	graduelle	-
<b>10 - TRAITS PEDOLOGIQUES</b> - Taches - Imprégnations - Revêtements - Concrétions - Pellicules - Dendrites - Carapaces - Cuirasses.	NDD	NDD	NDD	NDD
<b>11 - DENSITE APPARENTE</b>	1,157	1,573	1,845	1,406



PROFIL BLA 1				
VOLUME	1 (0-15)	2 (15-20)	3 (20-40)	4 (40-80)
<b>11 - ACTIVITE BIOLOGIQUE</b>	NDD	NDD	NDD	NDD
<b>12 - RACINES</b> - Diamètre en mm : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 10 - - Distribution régulière ou irrégulière - Dans le plan horizontal, vertical ou oblique - Entre les agrégats - Dans les agrégats - Limité à l'horizon - Traversant l'horizon  <b>Mode de pénétration des racines :</b> - dans les cavités - dans les chenaux - dans les fentes - dans les vides d'arrangement - Observations de déformations des racines	abondante horizontale et oblique de taille 1 et 2 mm dans l'horizon.  Les racines de 2 mm traversent l'horizon.	localisées de taille 1 et 2 mm obliques et horizontales. Déformations et coudes pour les racines de 2 mm qui sont limitées à l'horizon.	quelques rares racines très fines <1mm.	Absentées
<b>13 - MORPHOLOGIE DES AGREGATS</b> <i>Taille : en cm</i> <i>Forme</i> - polyédrique anguleuse ou sub-anguleuse - planes - courbes - planes et courbes <i>Arêtes</i> - anguleuses - émoussées - pas d'arête <i>Allongement préférentiel</i> - vertical - horizontal - autre	pas d'agrégats	Polyédrique sub-anguleuse de 2 à 4 cm. Entre ces gros agrégats une structure particulière	pas d'agrégats. Structure poreuse, pores fins tubulaires	pas d'agrégats. Structure emboîtée polyédrique anguleux de 0,1 à 0,5 cm
<b>14 - FRAGILITE ou FRIABILITE des AGREGATS</b> - Non fragile, non friable - Peu fragile, peu friable - Fragile, friable - Très fragile, très friable	-	fragile friable	-	fragile friable
<b>15 - PLASTICITE DES AGREGATS</b> - Non plastique - Peu plastique - Plastique - Très plastique	-	non plastique non collant	-	non plastique non collant
<b>16 - ASSEMBLAGE INTERNE DES AGREGATS</b> - Massif - Massif fissuré - Fragmentaire - Non identifié	-	massif	-	-
<b>17 - PORES DANS LES AGREGATS</b> - Abondance /cm <sup>2</sup> - Forme et taille en mm cylindriques-vacuolaires-vésiculaire-intergranulaires	-	quelques rares pores très fins	-	ensemble peu poreux quelques rares pores tubulaires très fins

## Interprétation agropédologique du profil cultural BLA-1

Ce profil cultural se situe dans le volume de sol n°2 (cf. fiche n°1, cartographie d'une parcelle en zone de piedmont). De couleur rougeâtre il se caractérise aussi par une structure des horizons de surface assez cohérente.

**L'horizon de surface**, de 0 à 15 cm de profondeur, de couleur rouge foncé est limono-sableux à structure particulière, très meuble avec des valeurs pénétrométriques comprises entre 0 et 5 mm (soit entre 0,04 et 0,51 kg/cm<sup>2</sup>). Il est constitué de sables fins à grossiers et des gravillons de sesquioxydes de fer de petites tailles (1 à 2 mm de diamètre). La porosité est élevée (70 %) et c'est dans cet horizon que se développe l'essentiel du système racinaire de la tomate.

**Le deuxième horizon**, de 15 à 20 cm de profondeur, de couleur brun rougeâtre foncé, est limono-sableux avec une structure fragmentaire peu nette. Il est toujours relativement meuble, les valeurs pénétrométriques étant comprises entre 5 et 10 mm (soit entre 0,51 et 1,40 kg/cm<sup>2</sup>), avec globalement la même composition en éléments grossiers que l'horizon supérieur. Par contre, la porosité n'est plus que de 60 %. Les racines de tomates localisées dans cet horizon, sont de petites tailles (1 à 2 mm), d'orientation oblique à horizontale. En effet, elles présentent des déformations au contact de l'horizon inférieur, sont souvent coudées et remontent vers la surface.

**Le troisième horizon**, de 20 à 40 cm de profondeur, de couleur rouge foncé, est plus limoneux que les horizons de surface. La structure est massive et très cohérente. Les valeurs pénétrométriques sont comprises entre 15 et 20 mm (soit entre 3,02 et 6,29 kg/cm<sup>2</sup>). La porosité n'est plus que de 50 % et seules quelques rares racines très fines pénètrent dans cet horizon.

**Le quatrième horizon**, de 40 à 100 cm de profondeur, est de couleur rougeâtre légèrement rosé à structure fragmentaire emboîtée peu nette et très cohérente. Les valeurs pénétrométriques sont très élevées entre 20 et 25 mm (soit entre 6,29 et 13,94 kg/cm<sup>2</sup>).

### 3.1.1-Le profil cultural BLA-2

FICHE D'OBSERVATION DU PROFIL CULTURAL				
<b>Numéro:</b> BLA 2	<b>Observateur :</b> Sylvie + Manu	<b>Date :</b> 19/05/1994	<b>Culture :</b> Tomates	<b>Précédents :</b> Tomates

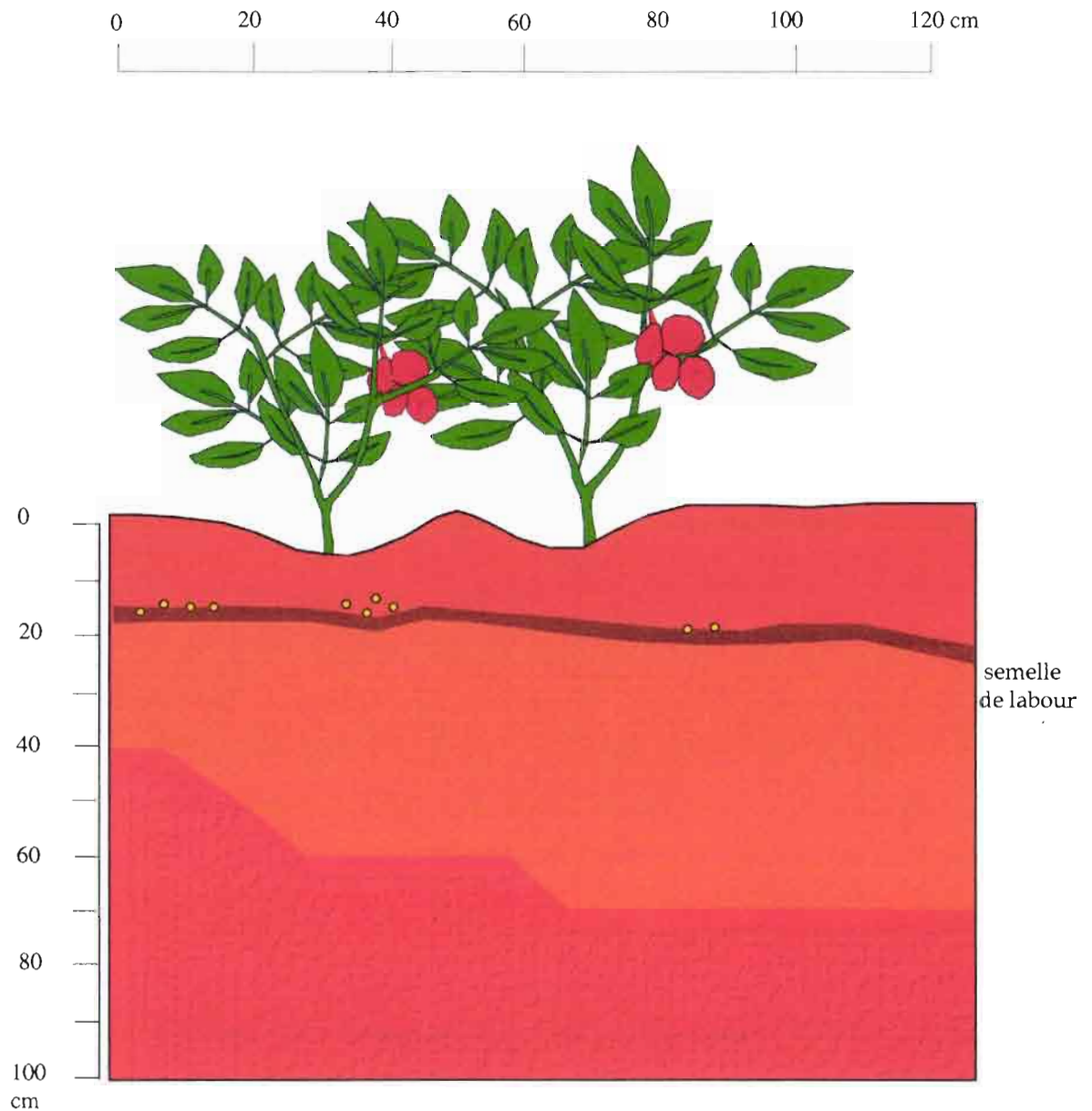
Observations	Situation du profil	Itinéraire Technique
Les plants de tomates sont âgées de 1 mois et demi et sont en fleurs.	Ce profil se situe en bas de pente	Girobroyeur et rotavator

SITUATION TOPOGRAPHIQUE
Le profil cultural se situe en bas de pente dans le volume de sol N°3 de la parcelle de tomates. Il a été réalisé parallèlement aux lignes de tomates, dans le chemin entre les rangs.





Photographie du profil cultural BLA-2



## Schéma du profil BLA-2



### LEGENDE

-  horizon limo-sableux de couleur 10 R 3/2, à structure polyédrique sub-anguleuse, très meuble à boullant. Présence de sables fins et de quelques graviers de sesquioxydes de fer (de taille : 1 mm). Quelques rares fragments de matière organique sont localisés au fond de l'horizon au niveau de la semelle de labour.
-  horizon limono-sableux de couleur 10 R 3/1. La structure est massive à assez cohérente. Présence de sables fins en majorité et de 30 % environ de sables grossiers : gravillons et graviers de 1 à 2 mm de diamètre.
-  horizon limono-argilo-sableux de couleur 10 R 2/2 à structure massive, cohérente. Présence de sables fins en majorité et d'un peu plus de gravillons : environ 40 %. La limite avec l'horizon situé en dessus est graduelle.
-  Paille enfouie.



<b>PROFIL BLA 2</b>				
<b>VOLUME</b> profondeur en cm	1 (0- 15)	2 (15-60)	3 ( 60-80)	
<b>1 - TEXTURE</b> (les majuscules indiquent des caractères dominants) - Sableuse : S - Limoneuse : L - Argileuse : A - Sablo-limoneuse : SL - Limono-sableuse : LS - Limono-argileuse : LA - Sablo-argileuse : SA	LS	LS	Las	
<b>2 - HUMIDITE</b> - Sec - Frais - Humide - Très humide	frais	frais à humide	frais à humide	
<b>3 - COULEUR</b> Couleur dominante du code MUNSSELL	10 R 3/2	10 R 3/1	10 R 2/2	
<b>4 - STRUCTURE</b> - Particulière - Massive - Massive fissurée - Fragmentaire peu nette - Fragmentaire nette - Fragmentaire très nette	des mottes avec une structure polyédrique sub-anguleuse + particulière peu nette	massive	massive	
<b>5 - VIDES ENTRE ELEMENTS STRUCTURAUX</b> - Volume des vides faibles - Volume des vides assez important - Volume des vides très important	important	très faible	très faible	
<b>6 - COMPACTITÉ ET COHÉSION</b> - Très peu compact / boulant - Peu compact / meuble - Assez compact / cohérent - Très compact / très cohérent	très meuble à boulant	assez cohérent	cohérent	
<b>7- ELEMENTS GROSSIERS</b> - Sables de 0,1 à 0,5 cm - Gravillons de 0,2 à 2 cm - Cailloux de 2 à 20 cm - Blocs > 20 cm	sables fins à sables grossiers. Quelques gravillons	sables fins > sables grossiers. 30 % de gravillons	sables fins et grossiers. 10 % de gravillons	
<b>8- MATIERE ORGANIQUE</b> - Absente - Non directement décelable (NDD) - Faible - Importante - Très importante	présente et localisée au fond de l'horizon	NDD	NDD	
<b>9 - TRANSITION</b> - Graduelle (plus de 5 cm) - Distincte (de 2 à 5 cm) - Nette (moins de 2 cm) - Très nette (contact direct) - Racines déviées - Racines bloquées	nette et régulière	graduelle	-	
<b>10 - TRAITS PEDOLOGIQUES</b> - Tâches- Imprégnations- Revêtements- Concrétions- Pellicules- Dendrites- Carapaces- Cuirasses	absent	absent	absent	

<b>PROFIL BLA 2</b>				
<b>VOLUME</b> Profondeur en cm	1 (0- 15)	2 (15-60)	3 ( 60-80)	
<b>11 - ACTIVITE BIOLOGIQUE</b>	NDD	NDD	NDD	
<b>12 - RACINES</b> - Diamètre en mm : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 10 - - Distribution régulière ou irrégulière - Dans le plan horizontal, vertical ou oblique - Entre les agrégats - Dans les agrégats - Limité à l'horizon - Traversant l'horizon  <b>Mode de pénétration des racines :</b> - dans les cavités - dans les chenaux - dans les fentes - dans les vides d'arrangement - Observations de déformations des racines	les racines 1 et (<1 mm) sont obliques et pénètrent dans les agrégats. les 2 et 3 mm de diamètre sont horizontales limitées à l'horizon.  Elles sont coudées et déformées	absentes	absentes	
<b>13 - MORPHOLOGIE DES AGREGATS</b> <i>Taille mm</i> <i>Forme</i> - polyédrique anguleuse et sub-anguleuse - planes - courbes - planes et courbes <i>Arêtes</i> - anguleuses - émoussées - pas d'arête <i>Allongement préférentiel</i> - vertical - horizontal - autre	polyédrique sub-anguleuse. De taille 2 à 3 cm	pas d'agrégats	pas d'agrégats	
<b>14 - FRAGILITE ou FRIABILITE des AGREGATS</b> - Non fragile, non friable - Peu fragile, peu friable - Fragile, friable - Très fragile, très friable	très fragile	-	-	
<b>15 - PLASTICITE DES AGREGATS</b> - Non plastique - Peu plastique - Plastique - Très plastique	non plastique non collant	-	-	
<b>16 - ASSEMBLAGE INTERNE DES AGREGATS</b> - Massif - Massif fissuré - Fragmentaire - Non identifié	massif	-	-	
<b>17 - PORES DANS LES AGREGATS</b> - Abondance /cm <sup>2</sup> - Forme et taille en mm cylindriques-vacuolaires-vésiculaire-inter granulaires	peu poreux, porosité très fine (si elle existe)	porosité assez importante très fine et tubulaire	peu poreux, pores très fins	

## Interprétation agropédologique du profil cultural BLA-2

Ce profil cultural se situe dans le volume de sol n°3 (cf. fiche n°1, cartographie d'une parcelle en zone de piedmont). De couleur rouge foncé il se caractérise aussi par une structure des horizons de surface assez massive. Les plants de tomates sont au stade floraison et en début de production.

**L'horizon de surface**, de 0 à 15 cm de profondeur, est un horizon limono-sableux à structure polyédrique sub-anguleuse. De couleur rouge sombre, il est très meuble à boullant : les valeurs pénétrométriques varient de 0 à 5 mm (soit de 0,04 à 0,51 kg/cm<sup>2</sup>). La porosité est relativement importante autour de 65 %. Des fragments de paille sont visibles à la partie inférieure, au niveau de la semelle de labour vers 16 cm de profondeur. Les racines sont abondantes mais elles ne descendent pas au-delà des 16 cm de profondeur. En effet, la semelle de labour constitue un véritable obstacle à l'enracinement. Les quelques grosses racines qui essaient de la traverser, sont déformées et coudées.

**Le deuxième horizon**, de 15 à 60 cm de profondeur, est limono-sableux, à structure massive et assez cohérente. La porosité n'est plus que de 60 % associée à des valeurs pénétrométriques comprises entre 15 et 20 mm (soit entre 3,02 et 6,29 kg/cm<sup>2</sup>). Les sables fins sont plus importants que les sables grossiers. Les racines sont totalement absentes, elles n'ont pu franchir la barrière de la semelle de labour.

**Le troisième horizon**, de 60 à 80 cm de profondeur, est limono-argilo-sableux avec une structure massive et très cohérente. Les valeurs pénétrométriques sont élevées (20 et 25 mm soit 6,29 et 13,97 kg/cm<sup>2</sup>), elles vont de pair avec une diminution de la porosité qui n'est plus que de 50 %. Les racines sont totalement absentes.

Globalement, les plants de tomates ont un développement superficiel (les 15 premiers centimètres de sol). Les horizons de profondeur ne sont pas favorables à la croissance du système racinaire de la tomate. Cette parcelle est en pente relativement forte (15 % de pente), des précautions seront à prévoir, comme par exemple la mise en place de cultures en ligne de niveau pour limiter les risques d'érosion en cas de fortes pluies.



### 3.2-Deuxième exemple en plaine alluviale, parcelle de papayer

#### 3.2.1-Le profil cultural BLA-3

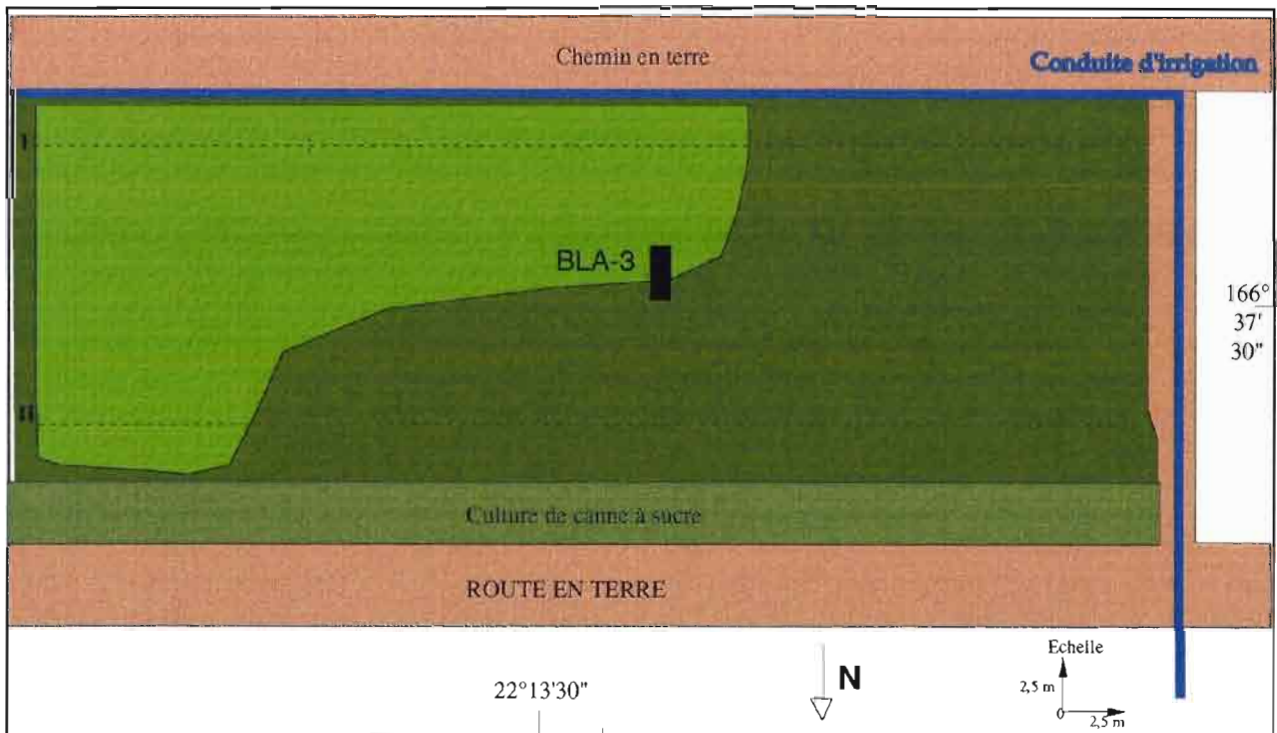
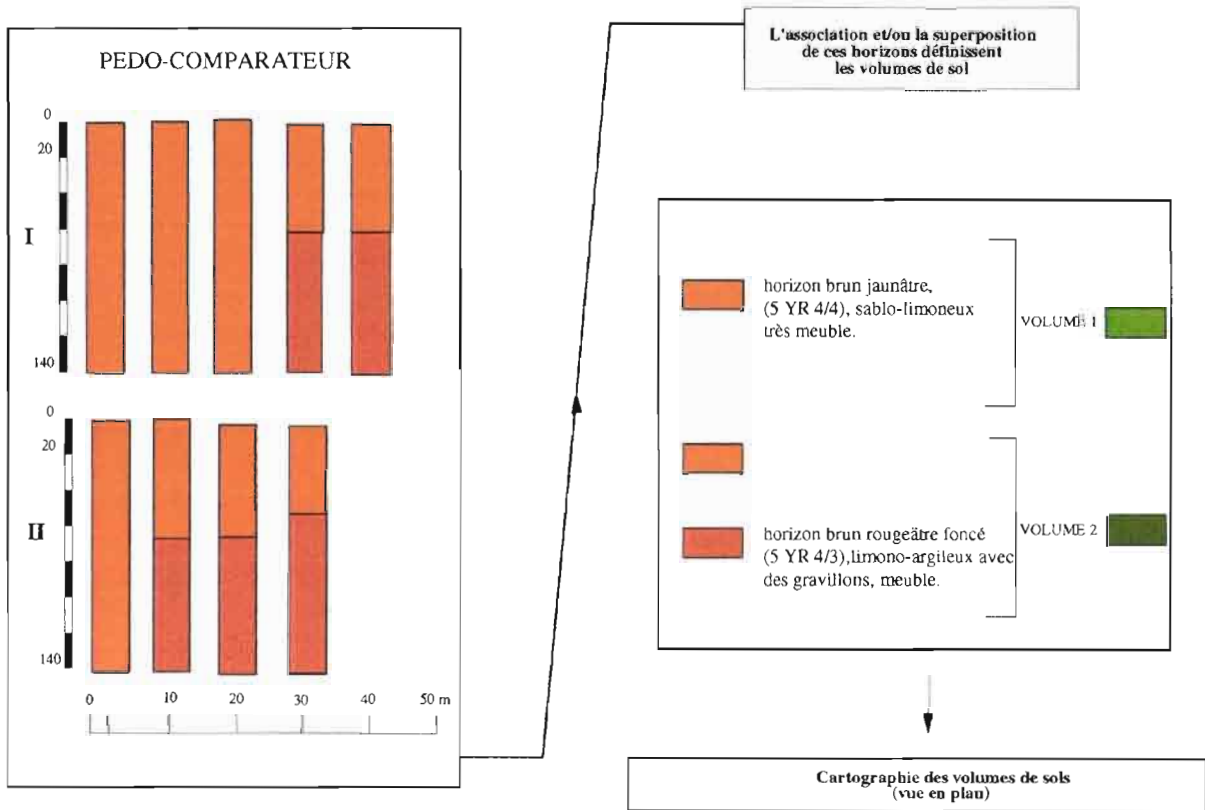
FICHE D'OBSERVATION DU PROFIL CULTURAL				
Numéro: BLA 3	Observateur : Sylvie + Manu	Date : 19/05/1994	Culture : papayer	Précédents : végétation naturelle

Observations	Situation du profil	Itinéraire Technique
les papayers sont âgés de 2 mois, ils sont au stade floraison	au pied d'un papayer mâle	

SITUATION TOPOGRAPHIQUE
Cette parcelle se situe en plaine alluviale, en bordure de route sur l'exploitation de Monsieur Blanchard. La parcelle est constituée par deux types de sols : - le volume 1 : très meuble, de couleur brun jaunâtre - le volume 2 : laisse apparaître un horizon gravillonnaire, brun rougeâtre à 50 cm de profondeur.

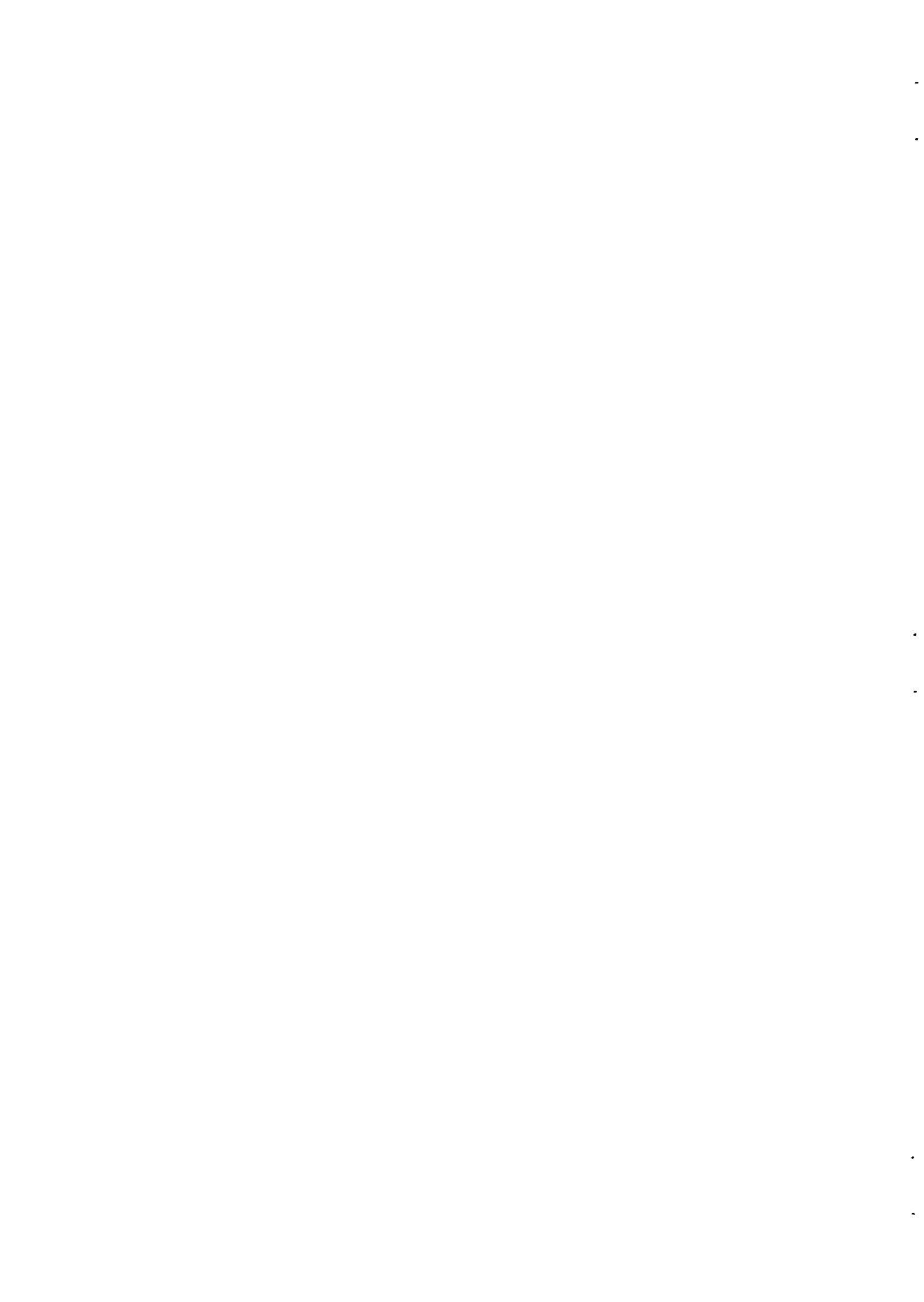
Photographie du profil cultural BLA-3



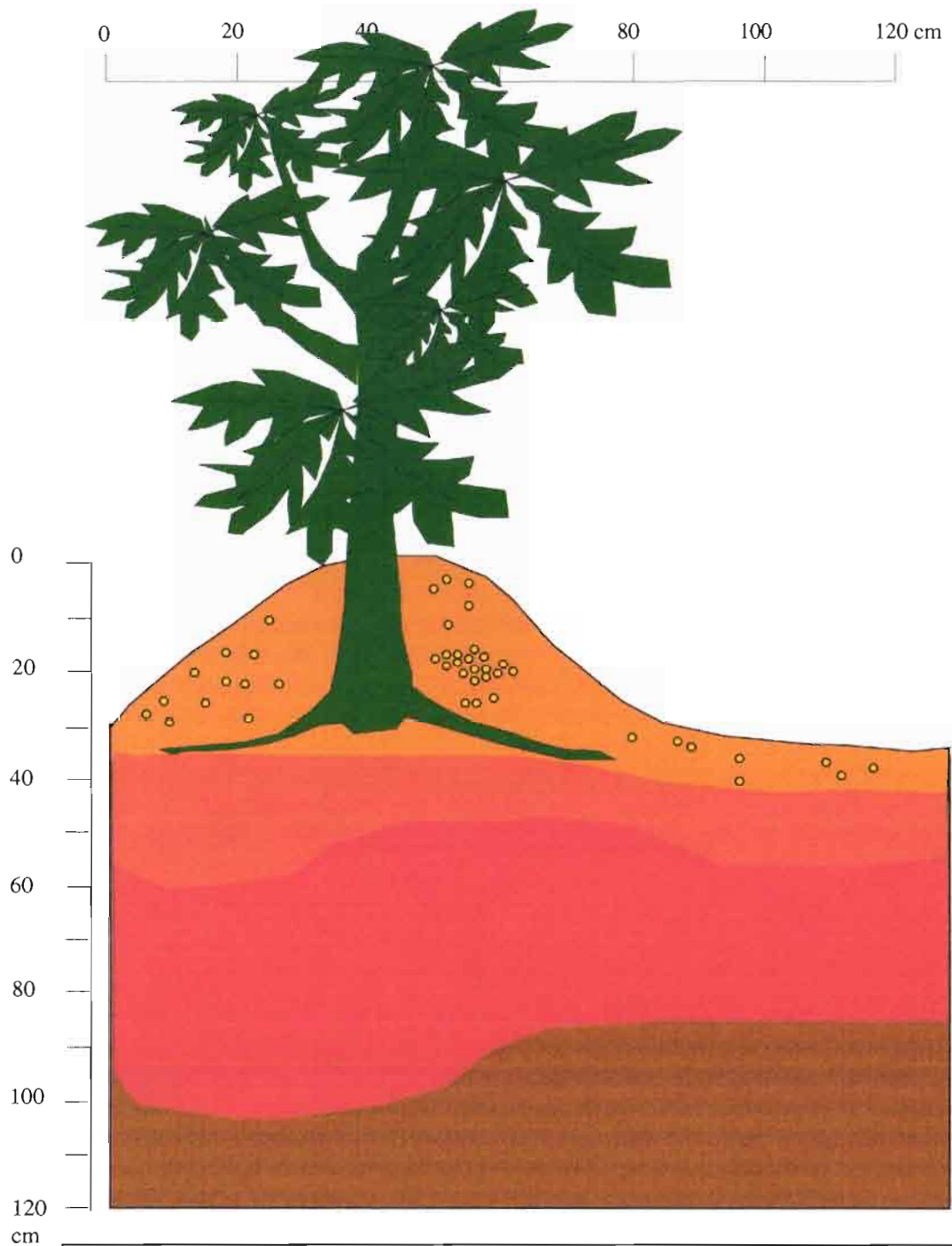


**Diagnostic agro-pédologique**






Cette parcelle est constituée de deux volumes de sol dont la surface est relativement meuble, sauf pour le volume 2, où un horizon gravillonnaire, plus cohérent, apparaît à 60 cm de profondeur.



## Schéma du profil BLA-3



### LEGENDE

-  horizon limono-sableux de couleur 2,5 YR 3/3 , à structure particulière légèrement grumeleuse avec quelques petits agrégats anguleux, très meuble à boullant. Quelques rares fragments de roches, 40 à 50 % de sables grossiers de type gravillons et des fragments de paille enfouies entre les nombreuses petites racines. Activité biologique très importante : turicules de vers.
-  horizon sablo-limoneux de couleur 5 YR 3/2 avec des tâches de couleur 5 YR 3/4. La structure est fragmentaire peu nette meuble à assez cohérente. Quelques rares cailloux rocheux.
-  horizon limono-argileux de couleur 2,5 YR 3/2, à structure fragmentaire peu nette, cohérent. Présence de revêtements gris bleux associés aux agrégats et au passage de racines et de turicules de vers.
-  horizon limono-argileux de couleur 2,5 YR 3/2. La structure est massive et, emboîtée à très cohérente. Présence abondante de turicules de vers.
-  Paille enfouie.



<b>PROFIL BLA 3</b>				
<b>VOLUME</b> Profondeur en cm	1 (0-35)	2 (35-55)	3 (55-85)	4 (85-115)
<b>1 - TEXTURE</b> (les majuscules indiquent des caractères dominants) - Sableuse : S - Limoneuse : L - Argileuse : A - Sablo-limoneuse : SL - Limono-sableuse : LS - Limono-argileuse : LA - Sablo-argileuse : SA	LS	SL	LA	LA
<b>2 - HUMIDITÉ</b> - Sec - Frais - Humide - Très humide	sec à frais	frais	frais	frais
<b>3 - COULEUR</b> Couleur dominante du code MUNSELL	2,5 YR 3/3	5 YR 3/2 (5 YR 3/4)	2,5 YR 3/2	2,5 YR 3/2
<b>4 - STRUCTURE</b> - Particulaire - Massive - Massive fissurée - Fragmentaire peu nette - Fragmentaire nette - Fragmentaire très nette	particulaire légèrement grumeleuse quelques agrégats petits anguleux	fragmentaire peu nette	fragmentaire peu nette	une structure massive et une structure emboîtée
<b>5 - VIDES ENTRE ELEMENTS STRUCTURAUX</b> - Volume des vides faibles - Volume des vides assez important - Volume des vides très important	vides inter agrégats très importants	faibles	très faibles	très faibles
<b>6 - COMPACTÉ ET COHÉSION</b> - Très peu compact / boulant - Peu compact / meuble - Assez compact / cohérent - Très compact / très cohérent	meuble à boulant	meuble à assez cohérent	cohérent	très cohérent
<b>7- ELEMENTS GROSSIERS</b> - Sables de 0,1 à 0,5 cm - Gravillons de 0,2 à 2 cm - Cailloux de 2 à 20 cm - Blocs > 20 cm	S. grossiers et 50% de gravillons qq. rares roches	quelques rares cailloux rocheux	NDD	NDD
<b>8- MATIERE ORGANIQUE</b> - Absente - Non directement décelable (NDD) - Faible - Importante - Très importante	importants fragments de tiges et de feuilles	quelques rares fragments	absente	absente
<b>9 - TRANSITION</b> - Graduelle (plus de 5 cm) - Distincte (de 2 à 5 cm) - Nette (moins de 2 cm) - Très nette (contact direct) - Racines déviées - Racines bloquées	nette et régulière	distincte et très irrégulière	graduelle	-
<b>10 - TRAITS PEDOLOGIQUES</b> - Tâches- Imprégnations- Revêtements- Concrétions - Pellicules- Dendrites- Carapaces- Cuirasses	NDD	NDD	revêtements gris bleus (fer ou Mn?) associés aux agrégats et aux passages de racines	les revêtements sont de moins en moins importants

<b>PROFIL BLA 3</b>				
<b>VOLUME</b> Profondeur en cm	1 (0-35)	2 (35-55)	3 (55-85)	4 (85-115)
<b>11 - ACTIVITE BIOLOGIQUE</b>	importants turicules de vers	NDD	importants turicules de vers	quelques turicules de vers
<b>12 - RACINES</b> - Diamètre en mm : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 10 - - Distribution régulière ou irrégulière - Dans le plan horizontal, vertical ou oblique - Entre les agrégats - Dans les agrégats - Limité à l'horizon - Traversant l'horizon  <b>Mode de pénétration des racines :</b> - dans les cavités - dans les chenaux - dans les fentes - dans les vides d'arrangement - Observations de déformations des racines	très abondantes généralisées à la bute 1 et < 1 mm d'orientation qqconques les 2 et 3 mm sont localisées et limitées à la base de l'horizon	de 1 et de 2 mm limitées à l'horizon d'orientation horizontale présence de racines déformées et coudées	quelques rares racines très fines 1 et < 1 mm limitées à l'horizon d'orientation quelconque	quelques très rares racines très fines < 1mm d'orientation quelconque
<b>13 - MORPHOLOGIE DES AGREGATS</b> <i>Taille mm</i> <i>Forme</i> - polyédrique anguleuse et sub-anguleuse - planes - courbes - planes et courbes <i>Arêtes</i> - anguleuses - émoussées - pas d'arête <i>Allongement préférentiel</i> - vertical - horizontal - autre	polyédrique sub-anguleuse fine à gruneleuse. La taille des agrégats est < 5 mm	polyédrique sub-anguleuse. La taille des agrégats est de 2 à 3 cm. Quelques agrégats très durs de l'horizon situé en dessous	quelques agrégats polyédriques anguleux de 0,5 à 2 cm de diamètre	polyédrique fine à moyenne avec des faces anguleuses
<b>14 - FRAGILITE ou FRIABILITE des AGREGATS</b> - Non fragile, non friable - Peu fragile, peu friable - Fragile, friable - Très fragile, très friable	friable fragile	friable fragile	friable fragile	peu friable peu fragile
<b>15 - PLASTICITE DES AGREGATS</b> - Non plastique - Peu plastique - Plastique - Très plastique	non plastique non collant	non plastique non collant	non plastique non collant	non plastique non collant
<b>16 - ASSEMBLAGE INTERNE DES AGREGATS</b> - Massif - Massif fissuré - Fragmentaire - Non identifié	NDD	NDD	NDD	NDD
<b>17 - PORES DANS LES AGREGATS</b> - Abondance /cm <sup>2</sup> - Forme et taille en mm cylindriques-vacuolaires-vésiculaire-inter granulaires	-	-	-	-



## Interprétation agropédologique du profil cultural BLA-3

**Le premier horizon**, est constitué par une bute de 35 cm de haut. C'est dans cet horizon que se développe le système racinaire du papayer. La texture est limono-sableuse et la structure est particulière, légèrement grumeleuse avec quelques petits agrégats anguleux. Cet horizon est très meuble, la porosité est de 75 % avec des valeurs pénétrométriques très faibles de 0 à 5 mm (soit de 0,04 à 0,51 kg/cm<sup>2</sup>). Il est constitué essentiellement de sables grossiers (environ 50 %) de type gravillons. La matière organique est abondante (fragments de pailles et de débris végétaux). L'activité biologique est importante, des turicules de vers sont présents en grande quantité. Les racines du papayer colonisent l'ensemble de l'horizon, avec une multitude de racines très fines (< 1 mm de diamètre) et quelques racines de taille moyenne et grosse.

**Le deuxième horizon**, de 35 à 55 cm de profondeur, est sablo-limoneux, la structure est fragmentaire, meuble à assez cohérente. La porosité n'est plus que de 60 % avec des valeurs pénétrométriques variant de 20 à 25 mm (soit de 6,29 à 13,97 kg/cm<sup>2</sup>). Quelques racines subsistent (de 1 à 2 mm de diamètre) mais elles sont limitées à l'horizon, d'orientation horizontale et la plus part du temps déformées et coudées.

**Le troisième horizon**, de 55 à 85 cm de profondeur, est limono-argileux, la structure est fragmentaire, compacte. La porosité est de 75 % avec des valeurs pénétrométriques qui restent assez élevées autour de 20 et 25 mm (soit de 6,29 et 13,97 kg/cm<sup>2</sup>). Les racines sont très rares dans cet horizon, quand elles existent, elles sont très fines (< 1 mm) d'orientation quelconque. Au fond de l'horizon, des revêtements gris bleus apparaissent. Ils sont associés aux faces des agrégats et aux passages de racines et de vers.

**Le quatrième horizon**, de 85 à 115 cm de profondeur, est limono-argileux, légèrement brun jaunâtre. Il présente une structure massive et emboîtée, très cohérente. La porosité est toujours de 75 % avec des valeurs pénétrométriques très élevées entre 20 et 25 mm (soit entre 6,29 et 13,97 kg/cm<sup>2</sup>). Des turicules de vers sont présents en grande quantité avec quelques rares racines très fines de papayers ou d'adventices (< 1 mm de diamètre).



### 3.3 - Caractéristiques physiques et chimiques des profils culturaux

(cf. fiche n°4 ci-contre)

Ce paragraphe présente les résultats des déterminations physiques et chimiques effectuées sur les profils culturaux observés. La parcelle de tomates en zone de piedmont et la parcelle de papayer en zone de plaine alluviale. La parcelle de tomates comprend des plants de tomates d'âges différents, celle sous papayers des plants âgés de 2 mois.

#### 3.3.1 - Caractéristiques physiques

##### 3.3.1.1 - Méthodes de mesures

*Rappels sur le principe de fonctionnement du pénétromètre :*

Lors de la description des sols, chaque horizon est décrit d'après une appréciation de sa couleur, de sa texture et de sa structure, mais également avec une indication chiffrée de sa compacité (Moreau R. et Nagumo F. 1994) selon un carroyage de 10 cm de côté sur l'ensemble du profil. L'appareil utilisé est un pénétromètre à aiguille conique (type *Yamanaka*) d'origine japonaise. Le principe d'utilisation de ce pénétromètre est simple : une aiguille conique est introduite dans le sol, ce qui provoque la compression d'un ressort fonction de la résistance du sol. La lecture de la longueur de compression du ressort se fait au moyen d'une réglette coulissante placée à l'extrémité opposée au cône. La compacité du sol est évaluée en mm, longueur qui est convertie en résistance à la pénétration en  $\text{kg/cm}^2$ .

*Méthode de calcul de la porosité*

- La porosité totale (P) est calculée d'après la relation

$$P \text{ (en \%)} = (1 - D_a/D_r) * 100$$

$D_a$  et  $D_r$  sont respectivement les densités apparentes et réelles du sol (Humbel, 1974). La densité apparente ( $D_a$ ) concerne le sol en place, avec ses agrégats et ses vides. La densité réelle ( $D_r$ ) ne concerne que les éléments constitutifs (minéraux et organiques) du sol, abstraction faite de tout fluide (air et eau), donc de tous les vides du sol.

- La micro et la méso porosité sont obtenues par des mesures des humidités volumiques aux pf 4.2 et 2.5 . La macroporosité est déduite de la porosité totale et ces valeurs de pF.

La microporosité (ou porosité matricielle) correspond aux pores les plus petits ou l'eau est très fortement retenue et ne permet pas à la plante de l'utiliser.

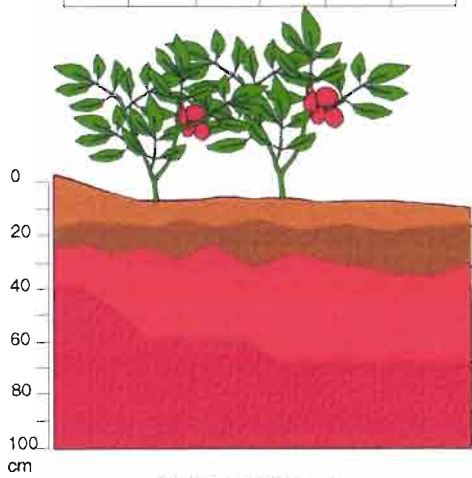
La mésoporosité (ou porosité utile pour la plante) correspond à l'eau de capillarité c'est à dire à l'eau demeurant dans le sol après ressuyage. Une partie de cette eau, faiblement retenue par le sol, est mobilisable par les plantes.

La macroporosité correspond à l'eau gravitaire, c'est à dire à l'eau remplissant tous les vides du sol sous l'action de la gravité. L'eau circule librement dans les espaces lacunaires du sol et descend en profondeur dans le profil.

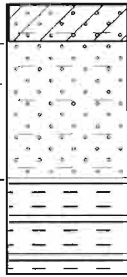
Fiche n° 4 : caractéristiques physiques des profils

Schéma du profil Bla - 1

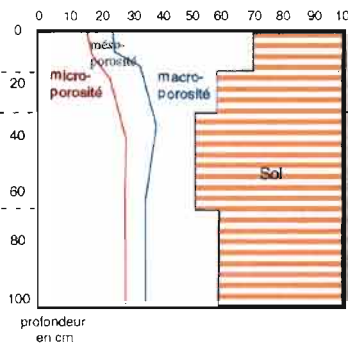
0 20 40 60 80 100 120 cm



Matériaux pédologiques



Porosité - P en % -



Carte pénétrométrique

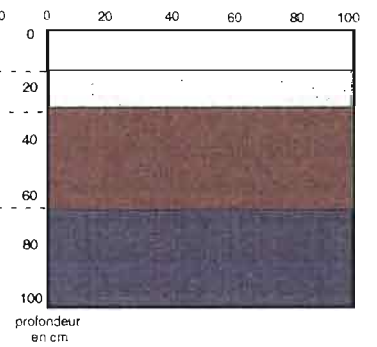
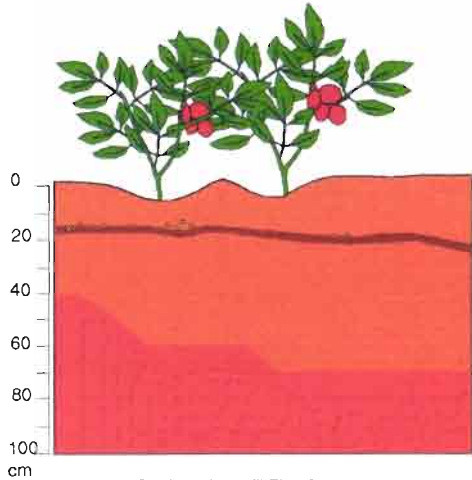
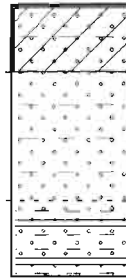


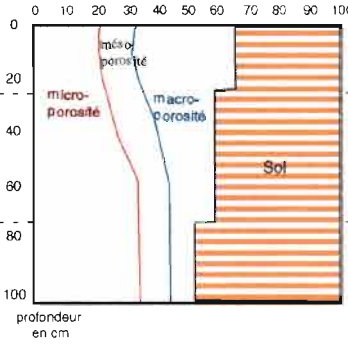
Schéma du profil Bla - 2



Matériaux pédologiques



Porosité - P en % -



Carte pénétrométrique

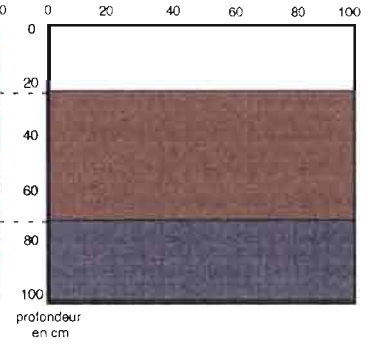
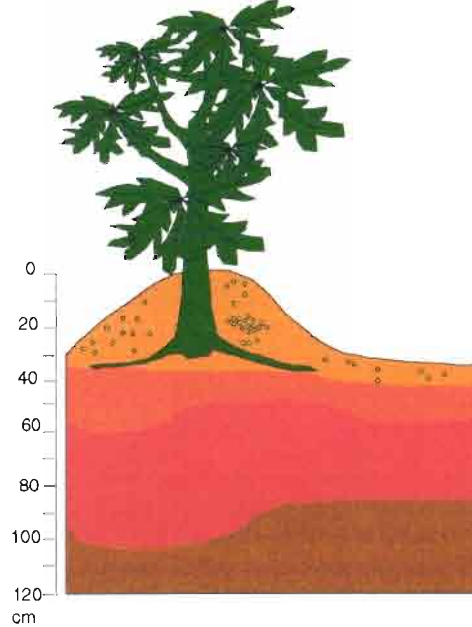
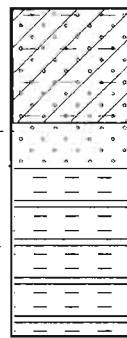


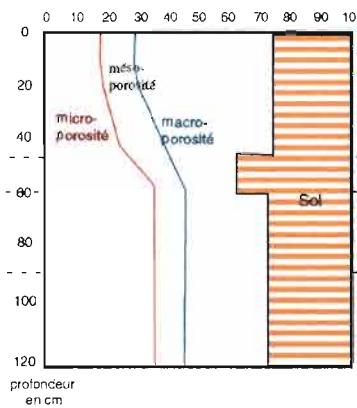
Schéma du profil Bla - 3



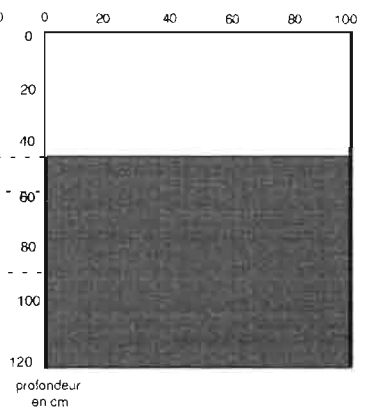
Matériaux pédologiques



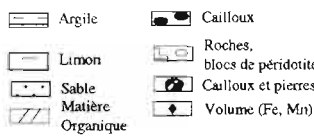
Porosité - P en % -



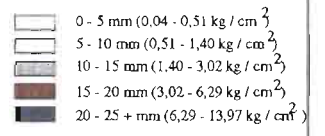
Carte pénétrométrique

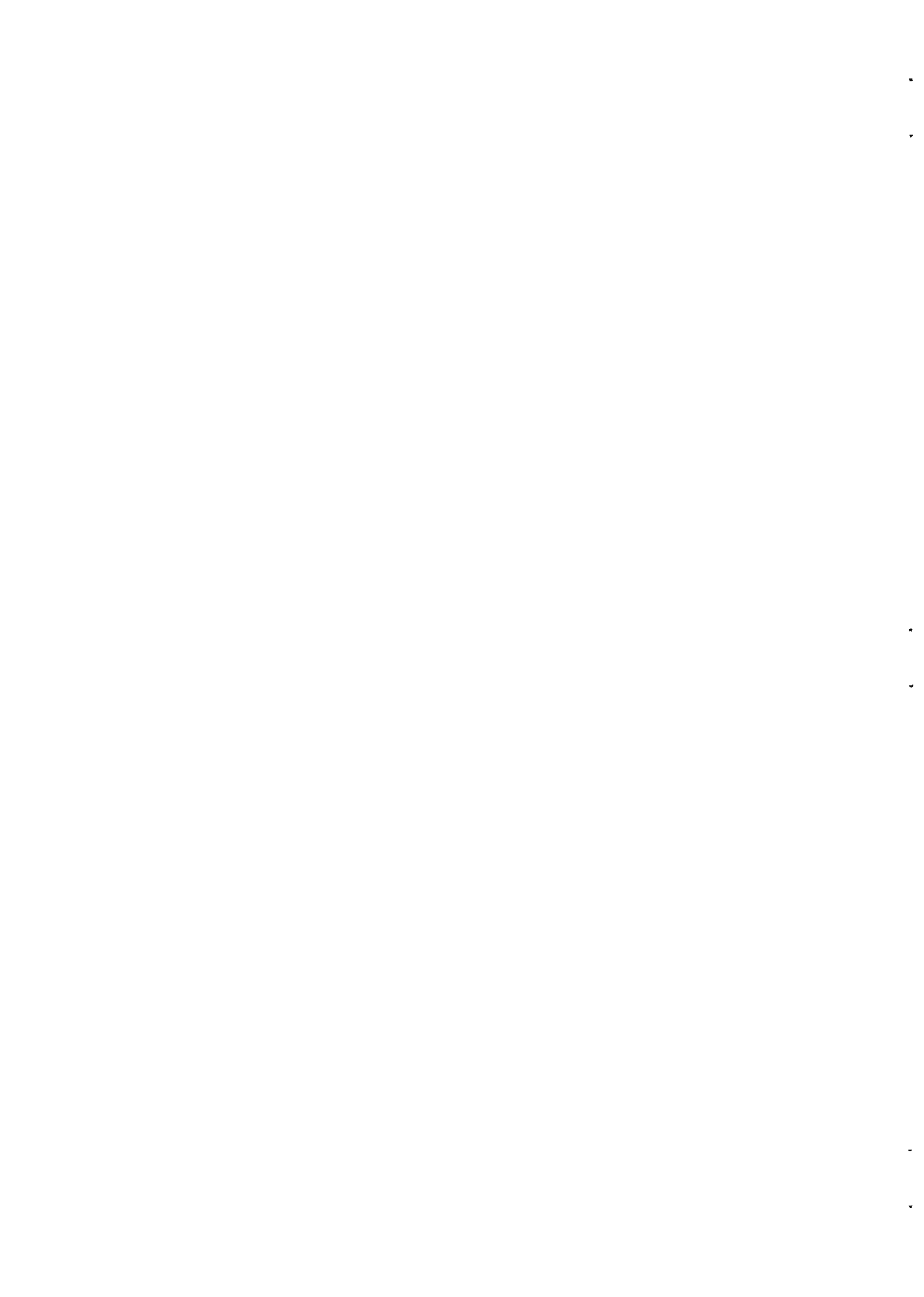


GRANULOMÉTRIE



MESURES PÉNÉTROMÉTRIQUES





### 3.3.1.2 - Observations

#### Texture

Tableau n°1 : Analyse granulométrique, matière organique et capacité d'échange cationique

Nom Profil	Prof en cm	GRANULOMÉTRIE en %							MO	CT	NT	C/N	CEC
		Argile	Limon fin	A+L	Limon Grossier	Sable Fin	L+S	Sable Grossier	en %	mg/g	mg/g		meq %
BLA 1-1	0-10	20,9	27,7	<b>48,6</b>	4,1	15,2	<b>19,3</b>	31,8	1,05	6,10	0,62	10	0,59
BLA 1-2	10-20	21,7	27,5	<b>49,2</b>	4,5	13,8	<b>18,3</b>	32,6	0,84	4,85	0,48	10	-0,12
BLA 1-3	30-40	24,8	34,1	<b>58,9</b>	4,1	8,9	<b>13</b>	28,1	0,17	0,98	0,10	10	-2,37
BLA 1-4	50-60	17,6	26,9	<b>44,5</b>	5,2	37,5	<b>42,7</b>	10,7	0,06	0,34	0,05	7	-2,83
BLA 2-1	0-15	17,9	29,4	<b>47,3</b>	7,1	16,9	<b>24</b>	27,8	1,25	7,25	0,72	10	1,13
BLA 2-2	15-25	19,8	31,2	<b>51</b>	4,1	16,3	<b>20,4</b>	28,6	0,61	3,55	0,38	9	-0,64
BLA 2-3	70-80	23,8	21,1	<b>44,9</b>	4,1	15,1	<b>19,2</b>	36,1	0,66	3,84	0,31	12	-2,59
BLA 3-1	0-20	20,4	32,5	<b>52,9</b>	5,1	14,2	<b>19,3</b>	25,6	3,08	17,89	1,28	14	9,64
BLA 3-2	30-40	19,2	22,5	<b>41,7</b>	4,4	21,2	<b>25,6</b>	30,3	2,63	15,26	1,19	13	0,58
BLA 3-3	50-60	16,4	21,4	<b>37,8</b>	4,8	26,5	<b>31,3</b>	30,5	0,16	0,92	0,07	13	-4,38

L'analyse granulométrique des différents horizons de sols de ces trois profils culturaux, montre que les horizons de surface ont :

- 50 % de particules fines (argile et limons fins) ;
- 20 % de particules moyennes (limons grossiers et sables fins) ;
- 30 % de particules grossières (sables grossiers).

La texture est Limono-sableuse et varie en fonction de la profondeur (cf. tableau n°1 ci-dessus). La matière organique est localisée dans l'horizon de surface de 0 à 10 cm (ou 20 cm) de profondeur, et diminue considérablement au fur et à mesure que l'on descend dans le profil.

Les capacités d'échanges cationiques sont très faibles et existent seulement en surface pour les deux profils (BLA-1 et BLA-2) situés en piedmont : 0,59 et 1,13 meq% à 10 cm de profondeur. Par contre, en plaine (BLA-3), elle est plus élevée : 9,64 meq% à 10 cm de profondeur et 0,58 à 40 cm.

Le rapport C/N est de 10 en piedmont et de 13 en plaine, permettant ainsi de constater la bonne minéralisation de la matière organique.

#### Compacité et porosité

**Les profils BLA-1 et BLA-2 en zone de piedmont**, sont caractérisés par une succession de 3 ou 4 couches, dont les valeurs pénétrométriques augmentent avec la profondeur :

- de 0 à 20 cm de profondeur, les valeurs pénétrométriques sont comprises entre 0 et 10 mm (soit entre 0,04 et 1,40 kg/cm<sup>2</sup>) ;
- de 20 à 70 cm de profondeur, ces valeurs varient entre 15 et 20 mm (soit entre 3,02 et 6,29 kg/cm<sup>2</sup>) ;
- de 70 à 100 cm de profondeur, ces valeurs varient entre 20 et 25 mm (soit entre 6,29 et 13,97 kg/cm<sup>2</sup>). Cette augmentation, avec la profondeur, de la compacité s'accompagne d'une diminution de la porosité totale qui de, 70 % à 20 cm de profondeur, n'est plus que de 50 % à 1 mètre. Cette porosité totale se décompose en 3 porosités :

- une macroporosité de 40 % dans l'horizon de surface (BLA-1 et BLA-2), de 15 % à 50 cm (BLA-1 et BLA-2) et de 30 % à 1 mètre (BLA-1) ;
- une microporosité d'environ 25 % qui reste relativement constante avec la profondeur ;
- une méso porosité ou porosité utile de 10 %.

On note également un changement de texture au fond du profil cultural : d'un sol limono-sableux en surface on passe, vers 60 cm de profondeur, à un sol limono-argileux.

**Le profil BLA-3 en plaine alluviale**, est constitué par une succession de 4 couches de sols :

- de 0 à 40 cm de profondeur, les valeurs pénétrométriques sont comprises entre 0 et 5 mm (soit entre 0,04 et 0,51 kg/cm<sup>2</sup>) ;
- de 40 à 120 cm de profondeur, ces valeurs varient entre 20 et 25 mm (soit entre 6,29 et 13,97 kg/cm<sup>2</sup>). Cette augmentation très brusque de la compacité dès 40 cm s'accompagne d'une diminution de la porosité totale, qui de 75 % à 20 cm de profondeur, n'est plus que de 60 % à 60 cm de profondeur. Cette porosité totale se décompose en 3 porosités :
- une macroporosité de 40 % dans l'horizon de surface, de 15 % à 50 cm et de 30 % à 1 mètre ;
- une microporosité d'environ 25 % qui reste relativement constante avec la profondeur ;
- une méso porosité ou porosité utile de 10 %.

### Développement racinaire

Le développement racinaire des plants de tomates cultivés en piedmont ( profils culturaux BLA-1 et BLA-2), se situe exclusivement dans l'horizon de surface (c'est à dire jusqu'à 20 cm de profondeur). Cet enracinement superficiel s'explique par une augmentation de la compacité et une diminution de la porosité de l'horizon. Dès 20 cm de profondeur, les plus grosses racines ne peuvent pénétrer dans l'horizon inférieur, ce qui se traduit par des racines déformées et coudées.

Le développement racinaire des papayers cultivés en plaine alluviale (profil cultural BLA-3 ), se situe, de la même façon, dans la bute réalisée au pied du papayer. Dès 40 cm de profondeur, la compacité augmente fortement et la porosité diminue ce qui provoque une véritable barrière à la pénétration.

### 3.3.2 - Caractéristiques chimiques

Tableau n°2 : Analyse chimique et pH

Profil	Prof	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	Mn ECH	NiO	Ni DTPA	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BASES ÉCHANGEABLES				pH eau	pH KCl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Tot	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> As
									Ca	Mg	K	Na				
unité	cm	%	%	%	ppm	%	ppm	%	meq %	meq %	meq %	meq %			mg/g	mg/g
BLA 1-1	0-10	0,93	65,4	0,58	4,4	0,48	0,2	2,46	2,73	0,23	0,09	0,04	6,4	6,5	2,95	0,60
BLA 1-2	10-20	1,10	62,9	0,54	2,3	0,48	0,07	2,31	2,42	0,13	0,01	0,03	6,3	6,3	2,17	0,36
BLA 1-3	30-40	0,89	64,5	0,52	0,26	0,53	0	1,54	0,44	0	0,03	0	5,5	5,8	0,27	0
BLA 1-4	50-60	1,37	58,0	0,33	0	0,55	0	1,11	0,05	0	0,08	0,02	4,8	5,9	0,21	0
BLA 2-1	0-15	1,11	67,9	1,06	3,08	0,78	0,47	2,63	1,64	0,14	0,12	0,03	6,2	6,3	2,85	0,26
BLA 2-2	15-25	1,12	69,9	1,13	1,79	0,85	0,34	2,61	0,91	0,07	0,24	0,08	5,5	5,8	1,33	0,09
BLA 2-3	70-80	1,24	71,1	1,17	0,26	0,94	0	2,52	0,19	0	0,23	0,07	5,3	5,8	0,54	0
BLA 3-1	0-20	1,71	60,1	0,65	14,31	0,54	3,6	2,42	5,73	1,22	0,65	0,10	6,4	6,2	4,38	1,55
BLA 3-2	30-40	1,68	59,9	0,57	1,2	0,46	0,54	3,00	1,66	0,20	0,08	0,04	6,5	7,0	2,91	0,03
BLA 3-3	50-60	1,55	71,2	1,51	0,52	0,84	0	2,71	0,15	0,18	0,13	0,03	4,5	5,8	0,23	0

Les pH du sols sont de 6,5 dans les horizons de surface et diminuent avec la profondeur pour arriver à des pH acides de l'ordre de 4 ou 5 unités pH à 40 cm de profondeur. Pour les plantes maraîchères (par exemple pour la tomate), le pH idéal se situe en zone neutre, c'est à dire entre 6 et 7 unités pH, permettant une bonne assimilation de la plupart des éléments. La diminution de pH observée dès 40 cm de profondeur a des conséquences néfastes sur la disponibilité des éléments. En effet, les principales bases analysées ne sont plus libérées (cf. Tableau n°2, bases échangeables).

S'agissant des teneurs en éléments totaux, la silice, le fer, le manganèse, le nickel, le chrome et le phosphore ont été analysés pour chacun des 3 profils culturaux, à différentes profondeurs. Pour le nickel, le manganèse et le phosphore, il a été dosé leurs formes assimilables.

Les teneurs en silice sont de 1 % en surface pour les deux profils situés en zone de piedmont (BLA-1 et BLA-2) avec une légère augmentation de ces teneurs au fond des profils (1,3 % de silice à 80 cm de profondeur). En plaine alluviale, les teneurs en silice sont très légèrement supérieures 1,7 % en surface, avec une légère diminution avec la profondeur (1,5 % de silice à 60 cm de profondeur).

Les teneurs en fer sont plus élevées en zone de piedmont (BLA-1 et BLA-2) : 68 % en moyenne d'oxyde de fer, alors que la plaine en est moins riche : 60 % (BLA-3).

Les teneurs en manganèse total sont plus élevées pour le profil cultural BLA-2 situé en piedmont, de l'ordre de 1 % et celles-ci sont plus faibles pour les profils culturaux BLA-1 et BLA-3 d'environ 0,5 %. S'agissant des teneurs en manganèse échangeable, les valeurs les plus élevées sont observées dans les horizons de surface des profil culturaux situés en plaine (BLA-3) avec 14,3 ppm et en piedmont (BLA-1 et BLA-2) avec 4,4 ppm et 3 ppm. Ces valeurs diminuent considérablement avec la profondeur.

Les teneurs en nickel total sont plus élevées en piedmont dans le profil BLA-2 : 0,8 %, avec une augmentation avec la profondeur : 0,9 % à 80 cm de profondeur. Pour le profil BLA-1, elles sont bien plus faibles : 0,48 % à 10 cm et 0,55 % à 60 cm de profondeur. En plaine, les teneurs en nickel dans BLA-3 ne sont pas très élevées : 0,5 % à 20 cm et 0,8 % à 60 cm de profondeur. S'agissant des teneurs en nickel assimilable (extrait au DTPA), les plus fortes valeurs sont également observées en plaine 3,6 ppm à 10 cm de profondeur, mais elles sont toutefois très faibles pour des données de plaine. Pour les deux autres profils culturaux situés en piedmont, le nickel est peu disponible pour la plante : 0,2 et 0,47 ppm de Ni (BLA-1 et BLA-2).

Les teneurs en chrome sont élevées entre 2 et 3 % de chrome pour les profils culturaux de piedmont et de plaine.

Les teneurs en phosphore total sont très importantes dans les horizons de surface, de l'ordre de 9 t/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en piedmont et de 13 t/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en plaine. La valeur recommandée de 7t/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est donc atteinte. Les quantités de phosphore assimilable sont relativement importantes en plaine par rapport au piedmont : 1,5 mg/g pour 0,6 et 0,2 mg/g en piedmont.

Les teneurs en éléments échangeables sont plus élevées en plaine qu'en piedmont. Les rapports Mg/Ca échangeables, dans l'horizon de surface des trois profils, sont très faibles : autour de 0,1 .



**4 - PHASE III**

**NIVEAUX (SOL ET PLANTE) DES TENEURS  
EN METAUX LOURDS**



Fig.1 : Teneurs en éléments minéraux des sols de plaine et de piedmont cultivés en tomates chez M. BLANCHARD

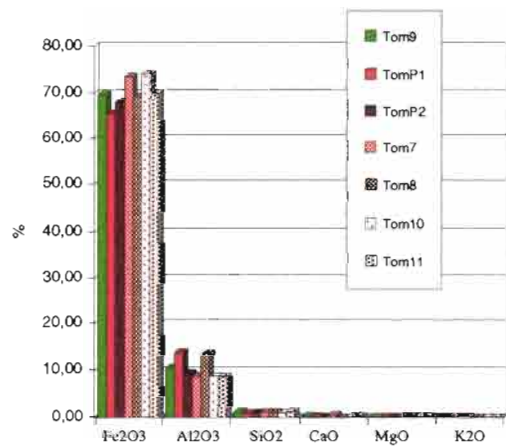


Fig.2 : Teneurs en métaux des sols de plaine et de piedmont cultivés en tomates chez M. BLANCHARD

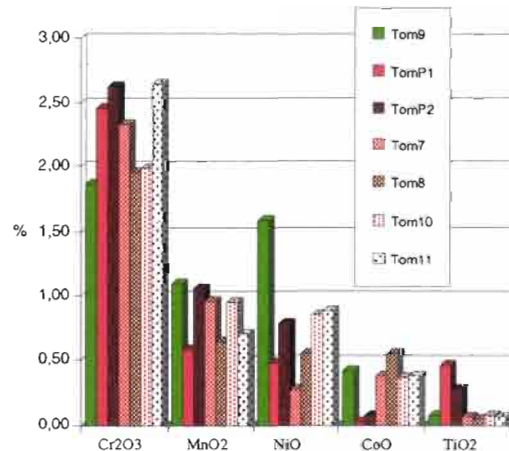


Fig.3 : Teneurs en éléments assimilables des sols de plaine et de piedmont cultivés en tomates chez M. BLANCHARD

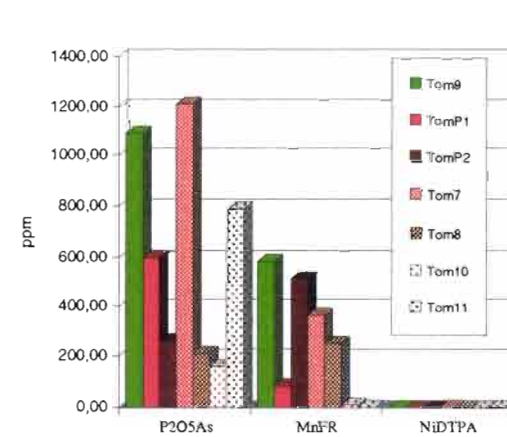


Fig.4 : Teneurs en éléments majeurs dans les feuilles de tomates cultivées en plaine et en piedmont chez M. BLANCHARD

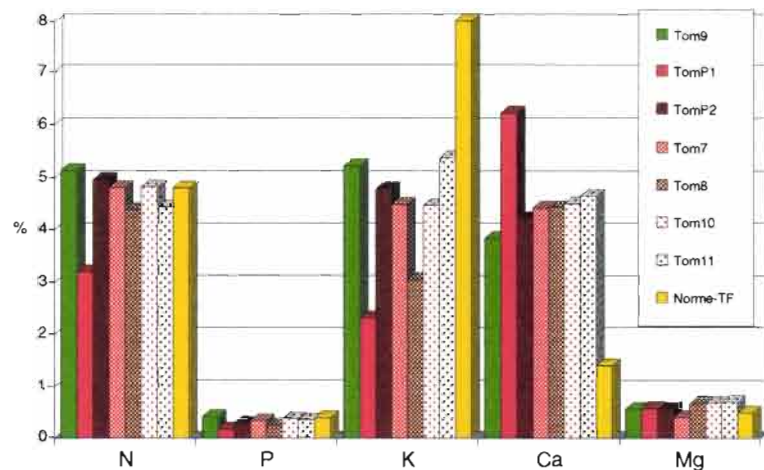
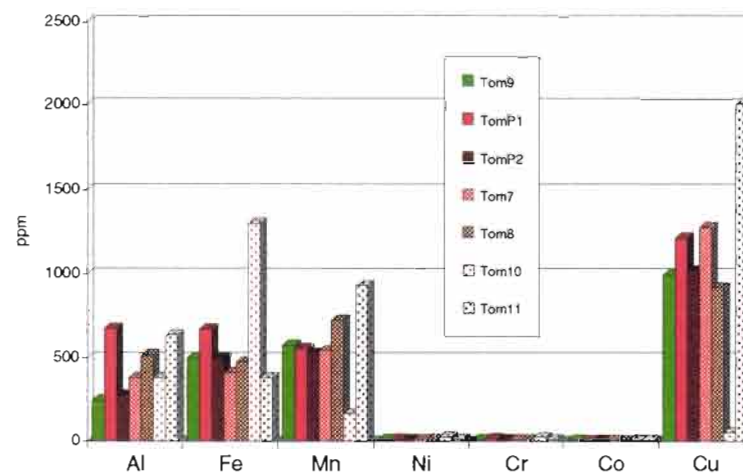


Fig.5 : Teneurs en métaux dans les feuilles de tomates cultivées en plaine et en piedmont chez M. BLANCHARD



## Rappels des objectifs de l'enquête

Une fois décrits les différents faciès pédologiques des zones d'étude, la végétation présente est analysée ainsi que les premiers horizons des parcelles, plus particulièrement les teneurs en métaux lourds, teneurs qui seront comparées à des normes en la matière - s'il en existe - afin de pouvoir faire des hypothèses sur les éventuels symptômes anormaux de développement des végétaux.

### 4.1 - Résultats

#### 4.1.1-Parcelles de tomates cultivées en zone de plaine et en zone de piedmont

La plus part des parcelles de l'exploitation de M. Blanchard se situent sur de faibles pentes ou au sommet des modelés en bordure de la rivière La Lembi. Les parcelles de tomates étudiées se répartissent ainsi en zone de piedmont (6 observations), la parcelle Tom9 étant seule positionnée en plaine.

##### 4.1.1.1 - Niveaux des éléments minéraux dans les sols (cf. fig.1, 2 et 3 ci-contre)

La couleur verte a été utilisée pour les échantillons de sols positionnés en zone de plaine alluviale, et la couleur rouge pour ceux situés en zone de piedmont ou à la partie supérieure du glaciais.

Pour le fer, l'aluminium, la silice, le calcium, le magnésium et le potassium, les teneurs en éléments totaux sont très proches les unes des autres. Le fer est présent en grande quantité (autour de 70 %), comme l'aluminium (autour de 10 %). Les teneurs en calcium et en magnésium sont très faibles (autour de 0,3 %). S'agissant de ces deux derniers éléments on observe cependant des différences au niveau des éléments échangeables. En effet, on constate de très faibles teneurs en magnésium échangeable (proches de 0 meq%) et des teneurs en calcium échangeable très élevées (6 meq% pour le sol Tom7).

Pour les métaux lourds, les teneurs en éléments totaux sont également proches les unes des autres excepté en ce qui concerne le nickel. Le chrome : 2,5 %, le manganèse : 1 %, le cobalt : 0,5 %, le titane : 0,5 % et le nickel entre 1,5 % en plaine et 0,5 % en piedmont. On remarque le niveau élevé des teneurs en cobalt et en titane.

S'agissant des éléments assimilables, on observe des teneurs en phosphore assimilable très variables selon les types de sols. Les sols Tom9 et Tom7 en sont très riches (autour de 1200 ppm). Les teneurs en manganèse facilement réductible des sols Tom9, TomP2, Tom7 et Tom8 sont très élevées (entre 200 et 600 ppm de manganèse). Par contre les teneurs en nickel extrait au DTPA, sont très faibles pour ces 7 sols, les valeurs sont toutes très proches de 0.

##### 4.1.1.2 - Niveaux des éléments minéraux dans les feuilles de tomates (cf. fig4 et 5 ci-contre)

Les prélèvements de feuilles de tomates ont été effectués au niveau de la troisième feuille à partir du sommet, sur 4 ou 5 plants de tomates.

Les teneurs en éléments majeurs des feuilles de tomates (cf. fig 4) en plaine comme en piedmont sont de :

- 4,5 % d'azote, comparable à la norme ;
- 0,4 % de phosphore, comparable à la norme ;
- 4 % de potassium pour une valeur normale de 8 % ;
- 4 % de calcium pour une valeur normale de 1,5 % ;
- 0,6 % de magnésium pour une valeur normale de 0,5 % .

Fig.6 : Teneurs en éléments minéraux d'un sol de plaine cultivé en bananiers chez M. BLANCHARD

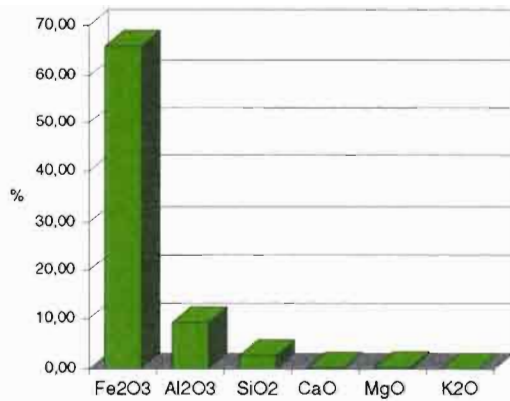


Fig.7 : Teneurs en métaux d'un sol de plaine cultivé en bananiers chez M. BLANCHARD

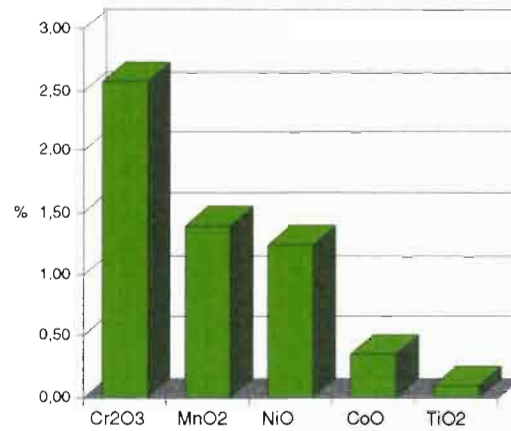


Fig.8 : Teneurs en éléments assimilables d'un sol de plaine cultivé en bananiers chez M. BLANCHARD

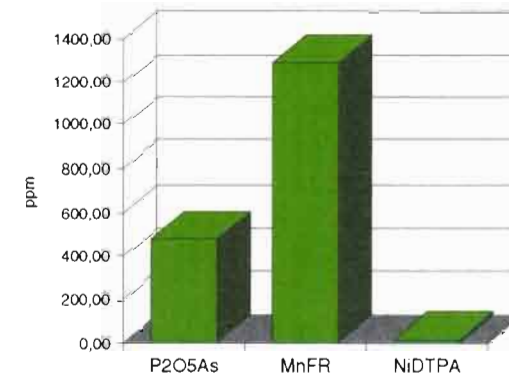


Fig.9 : Teneurs en éléments majeurs dans les feuilles de bananiers cultivés en plaine chez M. BLANCHARD

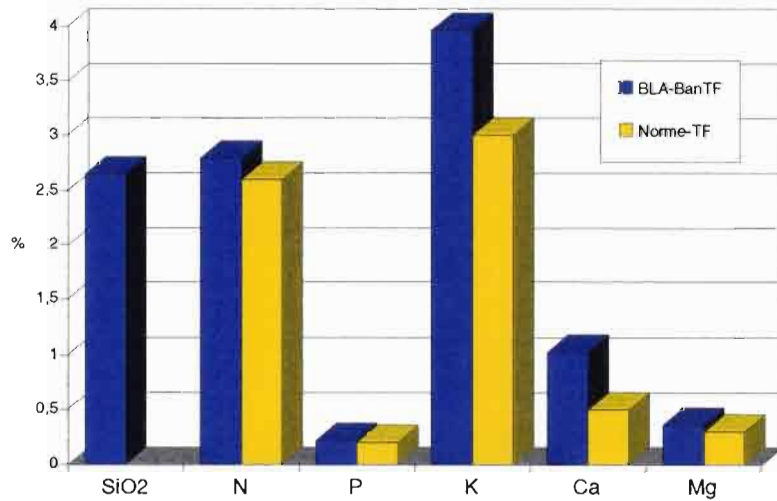
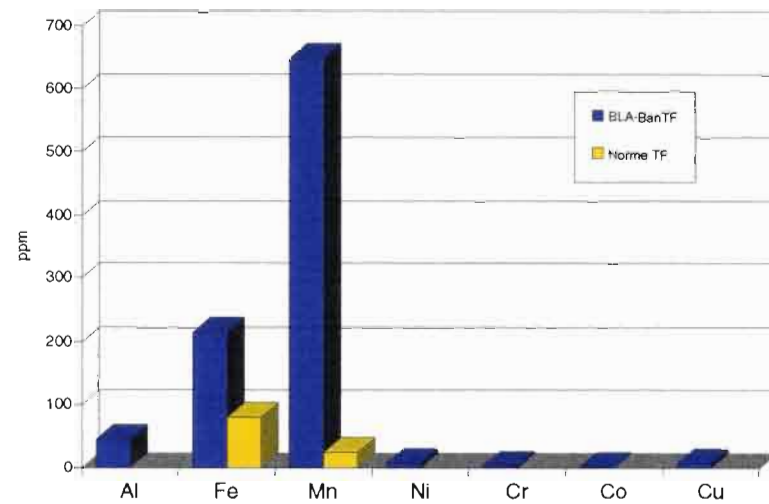


Fig.10 : Teneurs en métaux dans les feuilles de bananiers cultivés en plaine chez M. BLANCHARD



Les teneurs en métaux lourds (cf. fig. 5 ) sont de :

- 400 ppm d'aluminium ;
- 500 ppm de fer ;
- 500 ppm de manganèse ;
- 1000 et 2000 ppm de cuivre ;
- 13 ppm de nickel ;
- 13 ppm de chrome ;
- 6 ppm de cobalt.

#### 4.1.2- Parcelle de bananiers cultivée en plaine

Cette parcelle, de faible superficie, se situe à coté des bâtiments d'exploitation, en bordure de route. Les bananiers semblent abandonnés avec un développement important des adventices.

##### 4.1.2.1 - Niveaux des éléments minéraux dans le sol (cf. fig. 6, 7 et 8, ci-contre)

Les teneurs en éléments totaux des 10 premiers centimètres de sol cultivé, sont relativement élevées en fer (65 %) et en aluminium (9 %). Les teneurs en silice (2,6 %), calcium (0,2 %) et magnésium (0,4 %) sont faibles pour un sol situé en plaine. Le rapport Mg/Ca (en éléments échangeables) est de 0,2, ce qui est très faible et correspond à des quantités de calcium apportées trop importantes ( 3,6 meq% de Ca et 0,85 meq% de Mg). Par contre les teneurs en métaux lourds sont très élevées : 2,6 % de chrome, 1,4 % de manganèse, 1,3 % de nickel et 0,4 % de cobalt. S'agissant des éléments assimilables, les teneurs sont relativement faibles, comparées aux fortes teneurs en éléments totaux. En effet, on observe 500 ppm de phosphore assimilable, 1300 ppm de manganèse facilement réductible et seulement 17 ppm de nickel extrait au DTPA. Cet excès de calcium, malgré un pH de sol neutre (pH eau de 6,1 et pH KCl de 6,0 ), n'entraînerait-il pas une moindre disponibilité du nickel pour la plante.

##### 4.1.2.2 - Niveaux des éléments minéraux dans les feuilles de bananiers (cf. fig 9 et 10 )

L'assimilation des éléments majeurs dans les feuilles de bananier est relativement proche des valeurs normales :

- 2,8 % d'azote (*norme : 2,6 %*) ;
- 0,2 % de phosphore (*norme : 0,2 %*) ;
- 0,3 % de magnésium (*norme : 0,3 %*) ;
- 3,9 % de potassium (*norme : 3 %*) ;
- 1 % de calcium (*norme : 0,5 %*).

S'agissant des métaux lourds, les différences par rapport à la norme sont bien plus importantes :

- 200 ppm de fer alors que la valeur normale est de 80 ppm ;
- 650 ppm de manganèse pour une valeur normale de 25 ppm.

Pour le nickel, le cuivre, le chrome et le cobalt l'assimilation reste assez faible :

- 8 ppm de nickel ;
- 8 ppm de cuivre ;
- 4 ppm de chrome ;
- 2 ppm de cobalt.

Les teneurs élevées en calcium des feuilles (1 %) s'expliquent vraisemblablement par la teneur élevée en calcium extrait du sol (3,6 meq% de CaE), laquelle pourrait ainsi entraîner une moindre disponibilité du nickel (17 ppm de nickel DTPA pour 1,3 % de nickel total) et dont une moins bonne assimilation du nickel dans les feuilles (8 ppm de nickel).

Fig.11 : Teneurs en éléments minéraux d'un sol de plaine cultivé en papayer chez M. BLANCHARD

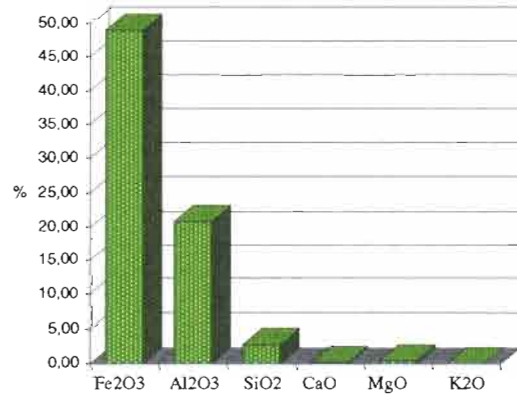


Fig.12 : Teneurs en métaux d'un sol de plaine cultivé en papayer chez M. BLANCHARD

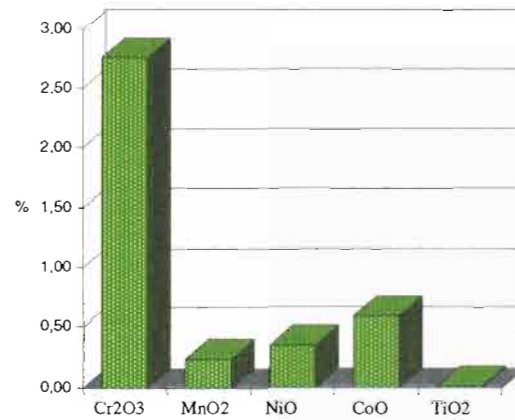


Fig.13 : Teneurs en éléments assimilables d'un sol de plaine cultivé en papayer chez M. BLANCHARD

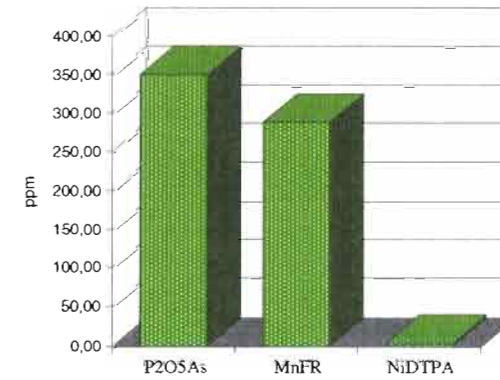


Fig.14 : Teneurs en éléments majeurs dans les feuilles de papayers cultivés en plaine chez M. BLANCHARD

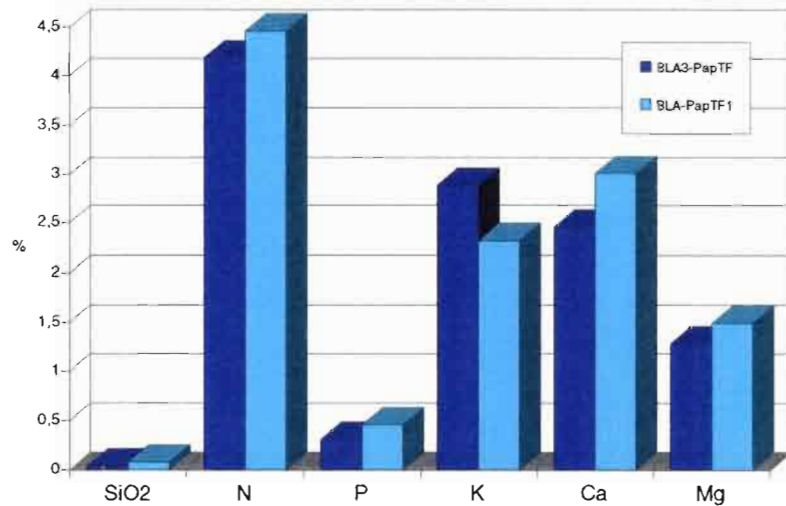
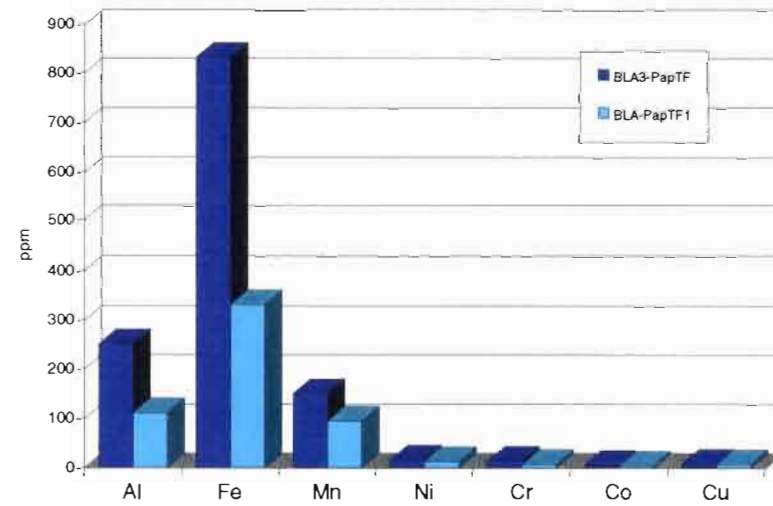


Fig.15 : Teneurs en métaux dans les feuilles de papayers cultivés en plaine chez M. BLANCHARD



### 4.1.3- Parcelle de papayers cultivée en plaine

Cette parcelle se situe en bordure de chemin d'exploitation, en position basse du paysage c'est à dire en plaine alluviale. Les papayers sont âgés de deux mois et au stade floraison.

#### 4.3.1 - Niveaux des éléments minéraux dans le sol (cf. fig.11, 12 et 13 ci-contre)

Les teneurs en éléments minéraux totaux sont de 49 % de fer, 21 % d'aluminium, 2,8 % de silice, 0,18 % de calcium et de 0,46 % de magnésium. Le rapport Mg/Ca (en éléments échangeables) est de 0,38 (3,7 meq% de Ca et 1,42 meq% de Mg). Les teneurs en métaux lourds sont relativement faibles pour le manganèse (0,24 %) et pour le nickel (0,35 %). Elles sont relativement élevées pour le cobalt (0,59 %) et le chrome (3 %). Parallèlement, Les teneurs en éléments assimilables sont assez faibles : 350 ppm de phosphore assimilable, 288 ppm de manganèse facilement réductible et 4 ppm de nickel extrait au DTPA. Le niveau relativement élevé en calcium, pourrait être le résultat d'un chaulage important pour corriger des pH de sols trop acides (pH eau de 6,0 et pH KCl de 5,8).

#### 4.1.3.2 - Niveaux des éléments minéraux dans les feuilles de papayers (cf. fig 14 et 15 )

Les teneurs, dans les deux échantillons de feuilles prélevés dans la parcelle, sont très proches : 0,06 % de silice ; 4,2 % d'azote ; 0,4 % de phosphore ; 2,5 % de potassium ; 2,7 % de calcium et 1,3 % de magnésium. Au niveau des teneurs en métaux lourds, on remarque que les feuilles du papayer du profil cultural Bla3 ont des teneurs plus élevées que celles du second échantillon. Y aurait-il eu une pollution par le sol, malgré un rinçage très soigneux effectué à l'eau permutée ?. Globalement les teneurs en métaux sont assez faibles par rapport à la tomate : 250 ppm d'aluminium ; 800 ppm de fer ; 150 ppm de manganèse ; 15 ppm de nickel ; 11 ppm de chrome ; 5 ppm de cobalt et 8 ppm de cuivre.

## 4.2 - Interprétations : comparaisons à des normes

### 4.2.1 - Niveaux des éléments minéraux dans les sols

Tableaux 1 et 2 : Répartition des éléments minéraux dans les sols

	Élément en %	SiO2	Fe2O3	Al2O3	CaO	MgO	MnO2	NiO	Cr2O3
<b>Piedmont</b>	TomP1	0,93	65,4	13,7	0,27	0,13	0,58	0,48	2,46
	TomP2	1,11	67,9	9,4	0,12	0,18	1,06	0,78	2,63
	Tom7	1,20	73,5	8,7	0,63	0,20	0,96	0,28	2,33
	Tom8	1,19	69,1	13,4	0,08	0,14	0,64	0,55	1,95
	Tom10	1,08	74	8,7	0,12	0,19	0,95	0,85	1,98
	Tom11	1,29	70	8,6	0,25	0,29	0,7	0,88	2,65
	<b>Moy</b>	<b>1,13</b>	<b>70</b>	<b>10,4</b>	<b>0,24</b>	<b>0,18</b>	<b>0,8</b>	<b>0,63</b>	<b>2,33</b>
	<b>Ecart-type</b>	<b>0,1</b>	<b>3,3</b>	<b>2,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,05</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>
<b>Plaine</b>	Tom9	1,3	69,6	10,6	0,35	0,17	1,1	1,59	1,86
	Papaye	2,8	48,8	20,8	0,18	0,46	0,24	0,35	2,76
	Banane	2,6	65,8	9,2	0,22	0,34	1,4	1,25	2,6
	<b>Moy</b>	<b>2,23</b>	<b>61,4</b>	<b>13,5</b>	<b>0,25</b>	<b>0,32</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>2,4</b>
	<b>Ecart-type</b>	<b>0,8</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>0,08</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>

Élément en ppm	Mn FR	P2O5 As	Ni Av
TomP1	85,7	600	0,2
TomP2	514,6	260	0,5
Tom7	364	1210	1
Tom8	250	210	0
Tom10	11	160	0
Tom11	1	790	2
<b>Moy</b>	<b>204</b>	<b>538</b>	<b>0,6</b>
<b>Ecart-type</b>	<b>208</b>	<b>411</b>	<b>0,7</b>
Tom9	584	1090	0
Papaye	288	350	4
Banane	1293	480	17
<b>Moy</b>	<b>721,6</b>	<b>640</b>	<b>7</b>
<b>Ecart-type</b>	<b>516</b>	<b>395</b>	<b>8</b>



La comparaison des résultats analytiques obtenue sur les sols de piedmont et de plaine étudiés chez Monsieur Blanchard montre :

- des teneurs en fer plus élevées en piedmont (70 %) qu'en plaine (60 %) ;
- des teneurs en silice et en magnésium plus faibles en piedmont (1,13 % et 0,18 %) qu'en plaine (2,23 % et 0,32 %) ;
- des teneurs équivalentes en calcium (0,25 %), en manganèse (0,9 %), en chrome (2,4 %) et en aluminium (13 %) ;
- des teneurs en nickel plus élevées en plaine (1 % de Ni et 7 ppm de Ni DTPA) qu'en piedmont (0,63 % de Ni et 0,6 ppm de Ni DTPA).

#### 4.2.2 - Niveaux des éléments minéraux dans les végétaux

##### 4.2.2.1 Les tomates

Tableaux 3 et 4 : Répartition des éléments minéraux dans les feuilles de tomates

Élément en %	N	P	K	Ca	Mg	Na
TomP1	3,2	0,2	2,3	6,2	0,59	
TomP2	4,9	0,3	4,8	4,2	0,57	
Tom7	4,8	0,3	4,4	4,4	0,41	
Tom8	4,4	0,2	3	4,4	0,68	
Tom10	4,8	0,4	4,4	4,5	0,68	
Tom11	4,4	0,4	5,4	4,6	0,7	
Tom9	5,1	0,4	5,2	3,8	0,57	
<b>Norme TF</b>	<b>4,5</b>	<b>0,4</b>	<b>6-8</b>	<b>1,4</b>	<b>0,5</b>	

Élément en ppm	Fe	Mn	Ni	Cu	Cr
TomP1	671	554	13	1210	17
TomP2	501	527	11	1016	11
Tom7	412	543	11	1274	9
Tom8	474	724	12	917	11
Tom10	1297	167	25	54	24
Tom11	382	929	12	2006	9
Tom9	501	575	10	992	10
<b>Norme TF</b>					

La composition en éléments majeurs des feuilles de tomates, ne révèle pas de grandes différences par rapport à la norme sauf pour le potassium dont les teneurs sont inférieures à la norme : ces valeurs varient entre 2 et 5 % alors que la norme se situe entre de 6 et 8 % et pour le calcium dont les teneurs sont élevées (entre 4 à 6 % de calcium alors que la norme est de 1,4%).

S'agissant des métaux lourds, le fer, le manganèse, le nickel et le cuivre sont bien absorbés par la tomate. Les teneurs en manganèse dans les feuilles varient énormément (de 500 à 900 ppm de manganèse) et sont susceptibles d'être toxiques pour le végétal. En effet, Le Bot et al (1990) constatent un début de toxicité dès 916 ppm de manganèse dans les parties aériennes de feuilles de tomates. Les teneurs en nickel sont également très élevées. Comme Salim et al (1988) ont observé une toxicité chez l'aubergine pour des teneurs de 27 ppm de nickel dans les feuilles et L'Huillier (1994) chez le maïs pour une teneur de 15 ppm dans les feuilles, on peut supposer que les teneurs de 25 ppm de nickel dans les feuilles de la Tom10, doivent commencer à induire des problèmes de toxicité. On constate également que le cuivre est absorbé en grande quantité (de 50 à 2000 ppm de cuivre dans les feuilles). Ces teneurs extrêmement élevées, pourraient cependant être dus aux traitements fongicides.

#### 4.2.2.2 Les bananiers

**Tableaux 5 et 6 : Répartition des éléments minéraux dans les feuilles de bananiers**

Élément en %	N	P	K	Ca	Mg	Na
BanTF	2,79	0,22	3,9	1,02	0,36	0,01
<b>Norme TF</b>	<b>2,6</b>	<b>0,2</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	

Élément en ppm	Fe	Mn	Ni	Cu	Cr
BanTF	215	649	8	8	4
<b>Norme TF</b>	<b>80</b>	<b>25</b>		<b>9</b>	

Les feuilles de bananiers ont des teneurs en éléments majeurs très proches des valeurs normales, sauf pour le calcium dont les teneurs sont, là encore, très élevées : 1% de calcium alors que la valeur normale est de 0,5 %.

Pour ce qui est des métaux lourds, le fer et le manganèse sont absorbés en grande quantité par rapport à la norme, le nickel et le cuivre a des teneurs relativement faibles.

#### 4.2.2.3 Les papayers

**Tableaux 7 et 8 : Répartition des éléments minéraux dans les feuilles de papayers**

Élément en %	N	P	K	Ca	Mg	Na
Bla3-Pa	4,1	0,3	2,8	2,4	1,2	0,09
Pap	4,4	0,4	2,3	3	1,4	0,1

Élément en ppm	Fe	Mn	Ni	Cu	Cr
Bla3-Pa	833	151	16	9	14
Pap	332	96	13	8	8

Les deux échantillons de feuilles de papayers ont des teneurs pratiquement identiques en éléments majeurs. Par contre, on peut observer des différences dans l'assimilation des métaux lourds dont les teneurs sont plus élevées globalement dans les feuilles du papayer Bla3.





## **5 - ANNEXES**

**5.1 - ANNEXE N°1 : Teneurs en éléments minéraux et en métaux lourds de végétaux cultivés sur la propriété de M. Blanchard.**

**5.2 - ANNEXE N°2 : Normes de teneurs en éléments minéraux de quelques plantes cultivées, en fonction de l'organe de prélèvement.**



## **5.1 - ANNEXE N°1**

**Teneurs en éléments minéraux et en métaux lourds de végétaux cultivés sur la propriété de M. Blanchard.**



**Tableau 1 : Teneurs en éléments minéraux et en métaux lourds de végétaux cultivés sur l'exploitation de M. Blanchard.  
Résultats exprimés en % de matière sèche et en ppm de matière sèche.**

Espèces variétés	Organe prélevé	Date	N° Par	Cend %	SiO2 %	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	Al ppm	Fe ppm	Mn ppm	Ni ppm	Cr ppm	Co ppm	Cu ppm
BLA3 Papayer TF				15,06	0,04	4,185	0,311	2,887	2,453	1,284	0,090	252	833	151	16	14	6	9
Papayer1 TF				15,94	0,08	4,458	0,460	2,319	3,010	1,496	0,132	112	332	96	13	8	4	8
Céleri TF				24,67	-	3,548	0,467	7,170	2,743	0,399	0,814	102	342	157	9	8	4	101
Poivron TF				21,19	0,02	4,438	0,746	4,453	3,435	1,095	0,064	152	464	181	21	24	17	98
Poivron Fr				8,9	-	3,315	0,544	3,238	0,243	0,269	0,043	47	95	28	7	-	4	20
Banane TF				11,64	0,57	2,790	0,222	3,962	1,029	0,364	0,012	45	215	649	8	4	2	8
BLA1 Tomate TF				24,20	-	3,197	0,174	2,316	6,215	0,589	0,326	674	671	554	13	17	5	1210
BLA1 Tomate Fr				25,88	-	2,726	0,268	3,514	0,212	0,146	0,084	485	95	32	2	-	2	37
BLA2 Tomate TF				22,60	-	4,957	0,292	4,783	4,212	0,570	0,120	277	501	527	11	11	6	1016
BLA2 Tomate Fr				30,54	-	3,447	0,416	6,099	0,154	0,232	0,059	237	120	47	3	-	3	47
Tomate 7 TF				22,57	-	4,810	0,344	4,486	4,416	0,409	0,127	382	412	543	11	9	6	1274
Tomate 7 Fr				30,41	-	3,218	0,446	5,171	0,173	0,208	0,041	92	132	33	3	-	2	17
Tomate 8 TF				20,36	0,02	4,374	0,249	3,052	4,421	0,680	0,200	519	474	724	12	11	5	917
Tomate 8 Fr				18,67	-	3,927	0,461	4,981	0,303	0,268	0,088	322	122	54	3	-	3	36

**Tableau 2: Teneurs en éléments minéraux et en métaux lourds de végétaux cultivés sur l'exploitation de M. Blanchard.  
Résultats exprimés en % de matière sèche et en ppm de matière sèche.**

Espèces variétés	Organe prélevé	Date	N° Par	Cend %	SiO2 %	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	Al ppm	Fe ppm	Mn ppm	Ni ppm	Cr ppm	Co ppm	Cu ppm
Tomate 9 TF				23,77	-	5,137	0,422	5,223	3,835	0,571	0,119	249	501	575	10	10	7	992
Tomate 10 TF				23,10	-	4,819	0,374	4,46	4,497	0,687	0,763	382	1297	167	25	24	6	54
Tomate 10 Fr				21,63	-	5,258	0,624	6,203	0,163	0,397	0,105	230	135	41	4	-	3	23
Tomate 11 TF				25,78	0,04	4,435	0,356	5,377	4,644	0,708	0,142	636	382	929	12	9	6	2006
Tomate 11 Fr				27,56	-	4,392	0,522	6,149	0,198	0,304	0,055	691	120	46	4	-	3	27

**Tableau 3 : Teneurs en éléments minéraux et en métaux lourds de sols cultivés sur l'exploitation de M. Blanchard.**

Espèces Variété	pH eau	pH KCl	CT mg/g	NT mg/g	MO %	CEC meq %	MnE mg/g	Mn FR mg/g	P2O 5 T mg/g	P2O 5 As mg/g	SiO2 %	Fe2O3 %	Al2O3 %	MnO2 %	TiO2 %	NiO %	Cr2O3 %	CoO %	CaO %	MgO %	K2O %	Na2 O %	CuO %	ZnO %	Niav ppm
Papayer plaine	6,0	5,8	27,1 6	1,77	4,68	8,94				0,35	2,79	48,88	20,84	0,24	0,02	0,35	2,76	0,59	0,18	0,46	0,03	0,00	0,01	0,06	
Celery plaine	6,8	6,5	18,8 9	1,63	3,26	8,95				2,34	1,61	56,46	15,48	0,22	0,03	0,46	3,77	0,52	0,67	0,57	0,02	0,01	0,03	0,08	
Poivron plaine	6,8	6,8	18,4 8	1,55	3,19	5,46				0,70	2,44	66,95	9,62	1,02	0,09	1,23	2,40	0,37	0,48	0,33	0,02	0,01	0,02	0,07	
Banane plaine	6,1	6,0	20,7 3	1,62	3,57	7,41				0,48	2,65	65,86	9,18	1,40	0,10	1,25	2,58	0,35	0,22	0,34	0,01	0,00	0,02	0,10	
Tomate 7	7,0	6,9	12,9 1	1,24	2,22	3,78				1,21	1,20	73,53	8,77	0,96	0,07	0,28	2,33	0,38	0,63	0,20	0,02	0,00	0,02	0,05	
Tomate 8	6,0	6,3	8,17	0,62	1,41	0,96				0,21	1,19	69,13	13,46	0,64	0,05	0,55	1,95	0,55	0,08	0,14	0,00	0,00	0,02	0,13	
Tomate 9	6,4	6,5	12,1 6	1,33	2,1	2,95				1,09	1,30	69,64	10,57	1,10	0,08	1,59	1,86	0,42	0,35	0,17	0,03	0,01	0,02	0,17	
Tomate 10	6,0	6,3	7,36	0,65	1,27	- 0,53				0,16	1,08	74,07	8,73	0,95	0,08	0,85	1,98	0,37	0,12	0,19	0,01	0,00	0,02	0,06	
Tomate 11	6,3	6,3	9,98	0,93	1,72	4,62				0,79	1,29	70,02	8,63	0,70	0,07	0,88	2,65	0,38	0,25	0,29	0,01	0,00	0,04	0,06	



**Tableau 4 : Teneurs en éléments minéraux et en métaux lourds des profils culturaux étudiés sur l'exploitation de M. Blanchard.**

Espèces Variété	pH eau	pH KCl	CT mg/g	NT mg/g	MO %	CEC meq %	MnE mg/g	Mn FR mg/g	P2O 5 T mg/g	P2O 5 As mg/g	SiO2 %	Fe2O3 %	Al2O3 %	MnO2 %	TiO2 %	NiO %	Cr2O3 %	CoO %	CaO %	MgO %	K2O %	Na2 O %	CuO %	ZnO %	Niav ppm
BLA 1-1	6,4	6,5	6,10	0,62	1,05	0,59			2,95	0,60	0,93	65,40	13,74	0,58	0,46	0,48	2,46	0,03	0,27	0,13	0,01	0,00	0,01	0,05	
BLA 1-2	6,3	6,3	4,85	0,48	0,84	- 0,12			2,17	0,36	1,10	62,91	14,46	0,54	0,46	0,48	2,31	0,03	0,25	0,11	0,00	0,00	0,01	0,05	
BLA 1-3	5,5	5,8	0,98	0,10	0,17	- 2,37			0,27	0,00	0,89	64,5	15,98	0,52	0,48	0,53	1,54	0,02	0,02	0,11	0,00	0,00	0,01	0,09	
BLA 1-4	4,8	5,9	0,34	0,05	0,06	- 2,83			0,21	0,00	1,37	58,02	20,39	0,33	0,60	0,55	1,11	0,02	0,00	0,16	0,00	0,00	0,01	0,03	
BLA 2-1	6,2	6,3	7,25	0,72	1,25	1,13			2,85	0,26	1,11	67,99	9,38	1,06	0,28	0,78	2,63	0,08	0,12	0,18	0,01	0,00	0,02	0,07	
BLA 2-2	5,5	5,8	3,55	0,38	0,61	- 0,64			1,33	0,09	1,12	69,97	8,67	1,13	0,26	0,85	2,61	0,08	0,05	0,2	0,01	0,00	0,01	0,06	
BLA 2-3	5,3	5,8	3,84	0,31	0,66	- 2,59			0,54	0,00	1,24	71,09	8,46	1,17	0,23	0,94	2,52	0,09	0,04	0,26	0,01	0,00	0,01	0,23	
BLA 3-1	6,4	6,2	17,8 9	1,28	3,08	9,64			4,38	1,55	1,71	60,06	12,92	0,65	0,29	0,54	2,42	0,06	0,23	0,31	0,02	0,01	0,01	0,05	
BLA 3-2	6,5	7,0	15,2 6	1,19	2,63	0,58			2,91	0,03	1,68	59,89	13,97	0,57	0,30	0,46	3,00	0,08	0,18	0,44	0,02	0,01	0,01	0,04	
BLA 3-3	4,5	5,8	0,92	0,07	0,16	- 4,38			0,23	0,00	1,55	71,17	8,50	1,51	0,12	0,84	2,71	0,26	0,01	0,31	0,00	0,00	0,01	0,06	

## 5.2 - ANNEXE N°2

### **Normes de teneurs en éléments minéraux de quelques plantes cultivées, en fonction de l'organe de prélèvement**

Données extraites de :  
De Geus et Jan G (1973) ;  
Lundegardh H. (1956) ;  
Mémento de l'agronome (1991).



Tableau N° 1 : Teneurs en éléments minéraux de quelques plantes cultivées en fonction de l'organe de prélèvement

Plante cultivée	Organe analysé lors du prélèvement	Remarques concernant les éléments minéraux : Carences et toxicités	NORMES (en % de MS et en ppm*)													
			Stade St	N	P	K	Ca	Mg	S	B*	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*		
Blé tendre Orge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plante entière à différents stades :</li> <li>- début à mi-tallage : <i>St 1</i></li> <li>- épis 1 cm : <i>St 2</i></li> <li>- mi-tallage à début montaison : <i>St 3</i></li> <li>- 2 noeuds : <i>St 4</i></li> <li>- fin gonflement : <i>St 5</i></li> <li>- Floraison : <i>St 7</i></li> <li>- 2 et 3 ème feuilles sous épis</li> <li>- floraison : <i>St 6</i></li> </ul>	<p>Les principaux symptômes foliaires de carences en éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>K</b> : jaunissement puis dessèchement de l'extrémité des vieilles feuilles, progressant le long des bords du limbe ;</li> <li>- <b>N</b> : jaunissement de l'extrémité des vieilles feuilles progressant en V le long de la nervure centrale ;</li> <li>- <b>Mg</b> : jaunissement internervaire du limbe des vieilles feuilles ;</li> <li>- <b>Mn</b> : chlorose généralisée avec des petites tâches blanches nécrotiques au milieu de la longueur de la feuille ;</li> <li>- <b>P</b> : rougissement puis nécrose des vieilles feuilles ;</li> <li>- <b>S</b> : jaunissement uniforme de la base des jeunes feuilles à partir du début de la montaison</li> <li>- <b>Cu</b> : jaunissement puis blanchiment de l'extrémité des plus jeunes feuilles à partir du stade gonflement.</li> </ul>	1	> 6,0	0,3 à 0,4	> 4,0		0,12 à 0,2			8 à 10					
			2	4,5												
			3	> 3,6			> 2,4									
			4				> 2,3		< 0,2	0,24			< 20			
			5				> 1,6									
			6	2,4 à 3,2	> 0,25	1,9 à 2,5		> 0,13	> 0,25				3 à 6		> 25	
			7							0,22						
Sorgho	- la 3 ème feuille sous l'épis. Les analyses porteront sur les limbes des feuilles : <i>St 1</i>		1	3,2 à 4,2	0,2 à 0,6	2,0 à 3,0	0,2 à 0,9	0,2 à 0,5	-	1 à 10	2 à 15	55 à 200	6 à 10	20 à 40		
Tomate	- l'organe choisi est généralement la feuille (limbe + pétiole) entre la floraison et la récolte du premier bouquet; - la 5 ème ou 6 ème feuille à partir du sommet : <i>St 1</i> .		1	4,5 à 5,1	0,4	6 à 10	1,3 à 1,5	0,5								
Concombre	- 4 ème et 5 ème feuille à partir du sommet (Limbe : L et Pétiole : P)	L/P = % MS dans le Limbe / % de MS dans le pétiole	L/P	1,76	1,16	0,36	2,5	1,99								

Tableau N° 2 : Teneurs en éléments minéraux de quelques plantes cultivées en fonction de l'organe de prélèvement

Plante cultivée	Organe analysé lors du prélèvement	Remarques concernant les éléments minéraux : Carences et toxicités	NORMES (en % de MS et en ppm*)												
			Stade St	N	P	K	Ca	Mg	S	B*	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*	
Maïs	<p>- la feuille de l'épis dès le début du renflement provoqué par le nouvel épi sur la tige à l'aisselle de la feuille : <i>Stade 1</i> ;</p> <p>- la plante entière quand elle est inférieure à 30 cm de haut : <i>Stade 2</i> ;</p> <p>- la plante entière au stade 6 - 7 feuilles : <i>Stade 3</i> .</p>	<p>- <b>Intéactions négatives intenses</b> entre l'alimentation en fer et l'alimentation en zinc : intérêt du rapport Fe/Zn ;</p> <p>- <b>le niveau critique de zinc est de 15 ppm</b> mais ces teneurs sont plus élevées dans les feuilles de la partie supérieure de la plante ainsi qu'au cours des premiers stades de la croissance. Ce niveau critique en zinc dépend également des hybrides.</p> <p><b>Les principaux symptômes foliaires de carences en éléments :</b></p> <p>- <b>K</b> : jaunissement puis dessèchement de l'extrémité des vieilles feuilles progressant le long des bords du limbe ;</p> <p>- <b>N</b> : jaunissement de l'extrémité des vieilles feuilles progressant en V le long de la nervure centrale jusqu'au stade 10 feuilles : aspect général de la végétation de pâle à très pâle ;</p> <p>- <b>Mg</b> : ponctuations blanches séparées par des zones vertes entre les nervures. Jaunissement internervaires sur l'extrémité du limbe des vieilles feuilles ;</p> <p>- <b>Mn</b> : chlorose généralisée avec des petites tâches blanches nécrotiques au milieu de la longueur de la feuille ;</p> <p>- <b>P</b> : coloration vert bronzé à rouge pourpre de l'extrémité de l'ensemble de feuilles, voire de la plante entière ;</p> <p>- <b>S</b> : jaunissement internervaire des jeunes feuilles plus prononcé à leur base ;</p> <p>- <b>Zn</b> : plages blanchâtres de chaque coté de la nervure centrale sur le tier inférieur des jeunes feuilles. Symptômes visibles du stade 6 feuilles au stade 10-12 feuilles ;</p> <p>- <b>Cu</b> : dessèchement de l'extrémité des jeunes feuilles dès le stade 6-8 feuilles, visibles jusqu'à la floraison.</p>	1	2,8 à 3,6	0,25 à 0,40	1,71 à 2,25	0,21 à 0,5	0,16 à 0,20		6 à 25	6 à 20		20 à 150	20 à 70	
			2	3,5 à 5	0,3 à 0,5			0,15 à 0,45			5 à 20			25 à 300	20 à 60
			3							> 0,3					

**Tableau N° 3 : Teneurs en éléments minéraux de quelques plantes cultivées en fonction de l'organe de prélèvement**

Plante cultivée	Organe analysé lors du prélèvement	Remarques concernant les éléments minéraux : Carences et toxicités	NORMES (en % de MS et en ppm*)												
			Stade St	N	P	K	Ca	Mg	S	B*	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*	
Pois	<p>- une feuille adulte sans pétiole (stade non précisé) : <i>stade 1</i> ;</p> <p>- feuille du 3<sup>ème</sup> noeud à partir du sommet :</p> <p>- au stade 8 noeuds : <i>stade 2</i> ;</p> <p>- en pleine floraison : <i>stade 3</i></p>	<p><b>Les principaux symptômes foliaires de carences en éléments :</b></p> <p>- <b>K</b> : jaunissement puis dessèchement du bord des vieilles feuilles ;</p> <p>- <b>Mg</b> : décoloration internervaire des vieilles feuilles, moins marquée sur les bords ;</p> <p>- <b>Mn</b> : jaunissement internervaire des jeunes feuilles à partir des bords du limbe ;</p> <p>- <b>P</b> : dessèchement des vieilles feuilles à partir de leur extrémité ;</p> <p>- <b>S</b> : jaunissement des jeunes feuilles avec une forte réduction de croissance ;</p> <p>- <b>Cu</b> : jeunes feuilles de couleur vert gris puis desséchées ;</p> <p>- <b>Fe</b> : jaunissement uniforme des jeunes feuilles ne respectant pas les nervures ;</p> <p>- <b>B</b> : folioles et vrilles des jeunes feuilles de taille réduite, desséchées ou fripées (les symptômes sur feuilles sont souvent peu nets) ;</p> <p>- <b>Mo</b> : feuilles chlorotiques et légèrement tordues, de teinte vert pâle. Zones nécrotiques le long de la nervure principale et des bords.</p>	1		> 0,35	> 2		>0,2	>0,2	>20	>5	>50	>20		
			2		0,36 à 0,5	1,3 à 2,0									
			3			1,1 à 1,5									
Agrumes	<p>- la feuille entière (limbe + pétiole) le stade n'est pas précisé ;</p> <p>- la feuille de rameaux fructifères (F) c'est à dire les rameaux portant le ou les fruits. On appelle rameaux non fructifères : NF.</p>		F	2,2 à 2,7	0,12 à 0,18	1,0 à 1,7	3,0 à 6,0	0,3 à 0,6	0,2 à 0,3	50 à 200	5,1 à 15	60 à 150	25 à 100	25 à 100	
			NF	2,4 à 2,6	0,12 à 0,16	0,7 à 1,09	3,0 à 5,5	0,26 à 0,6	0,2 à 0,3	31 à 100	5 à 16	60 à 120	25 à 200	25 à 100	



Tableau N°5 : Teneurs en éléments minéraux de quelques plantes cultivées en fonction de l'organe de prélèvement

Plante cultivée	Organe analysé lors du prélèvement	Remarques concernant les éléments minéraux : Carences et toxicités	NORMES (en % de MS et en ppm*)												
			Stade	N	P	K	Ca	Mg	S	B*	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*	
Bananier	<p>- les prélèvements se feront au stade "rejet en fin de croissance ;</p> <p>- le <b>limbe</b> est le plus souvent utilisé, vu ses dimensions, son prélèvement intégral est rarement envisagé. Les gradients à l'intérieur de chaque demi-limbe sont extrêmement accusés, dans le sens transversal comme dans le sens longitudinal, il est donc conseillé de prélever les demi-limbes : limbe interne et limbe externe à mi-longueur de la 3<sup>ème</sup> feuille à partir du sommet : <i>stade 1</i> ;</p> <p>- la <b>nervure centrale</b> de la 3<sup>ème</sup> feuille à partir du sommet : <i>stade 2</i> ;</p> <p>- le <b>pétiole</b> de la 7<sup>ème</sup> feuille à partir du sommet : <i>stade 3</i> .</p> <p>-- les <b>analyses de fruits</b> : l'échantillonnage portait sur 10 fruits tirés au sort parmi l'ensemble. Les différences de compositions sont apparues entre la hampe, les coussinets, le pédoncule, la peau et la pulpe.</p>	<p>- le limbe est le plus propice à l'estimation de la nutrition en N, Cl, B, Fe, Ca. Le pétiole à celle en P, Mg, Mn. Tous deux sont équivalents pour K, Na et Zn.</p> <p>les principaux symptômes foliaires de carence en éléments :</p> <p>1 - <i>Symptômes généralisés</i> :</p> <p>- N : chlorose généralisée avec accentuation sur les vieilles feuilles. Coloration jaune-vert pâle des limbes, jaune-vert rosé des pétioles et des graines. La croissance est fortement ralentie.</p> <p>2 - <i>Symptômes sur jeunes feuilles</i> :</p> <p>- S : retard de coloration des limbes s'accompagnant d'un ralentissement de croissance. Sur les bananiers plus âgés il y a des troubles de la différenciation avec des déformations morphologiques importantes : épaissement des nervures secondaires, gaufrage des feuilles et réduction des limbes.</p> <p>- Ca : chlorose en dent de scie localisée vers l'extrémité des feuilles. Ces dents chlorotiques sont de couleur jaune à brun pourpre. Rabougrissement végétatif.</p> <p>- Zn : chlorose en bandes dans le sens des nervures secondaires, souvent blanches.</p> <p>- B : déformations morphologiques très importantes sur les jeunes feuilles : limbes réduits de formes irrégulières gaufrés et ondulés sur les bords. Emission en abondance de rejets avec des symptômes accentués.</p> <p>- Mn : chlorose en peigne : au début un fin liseré vert en bordure de feuille qui progresse vers la nervure principale, le feuillage prend alors une coloration jaune vert sale.</p> <p>3 - <i>sur les vieilles feuilles</i> :</p> <p>- Mg : jaunissement demeurant parallèle aux marges foliaires et importantes déformations morphologiques : feuilles irrégulières déformées de largeur réduite.</p> <p>- P : feuillage de coloration vert foncé à tendance bleutée ou bronzée. Nécroses anguleuses en dent de scie.</p> <p>- K : jaunissement fulgurant des feuilles.</p>	1	2,6	0,2	3,0	0,5	0,3	0,23	11	9	80	25	18	
			2	0,65	0,08	3,0	0,5	0,3		10	7	50	80	12	
			3	0,4	0,07	2,1	0,5	0,3	0,35	8	5	30	70	8	
			Fruit:												
			hampe	0,88	0,26	12,9	0,48	0,19							
			coussinets	0,87	0,19	9,5	0,88	0,33							
			pédoncules	0,87	0,16	9,5	0,68	0,30							
			peau	1,12	0,20	6,9	0,38	0,16							
			pulpe	0,70	0,09	1,3	0,03	0,09							





## 6 - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bourdon E. et Becquer T. 1992. Etude de l'organisation pédologique des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Grande Terre : zones de la Coulée et de la Lembi. Caractérisation physico-chimique des sols. Nouméa : ORSTOM. *Conv.; Sci. Vie; Agropédol.*, **16** : 88 pages.
- Bourdon E. et Becquer T. 1992. Etude préliminaire de l'organisation pédologique des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Grande Terre : Zones de La Coulée et de la Lembi. Nouméa : ORSTOM. *Conv.; Sci. Vie; Agropédol.*, **12** : 19 pages.
- De Geus et Jan G. 1973. Fertilizer Guide for tropics and subtropics. Centre d'étude de l'azote, 774 pages.
- Edighoffer S. et Bourdon E. (1993). Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Enquête sur le statut des nutriments et des métaux lourds chez les végétaux cultivés sur différents faciès ferritiques. 1 - Définition et mise à l'épreuve de la démarche agropédologique grâce à une première enquête réalisée chez M. Cochard. Nouméa : ORSTOM. *Conv.; Sci. Vie; Agropédol.*, **22** 87 pages.
- L'Huillier L. 1992. Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Effets d'une fumure organique sur la croissance et la nutrition minérale du maïs cultivé sur un sol ferrallitique riche en métaux lourds (Ni, Mn, Cr, Co). Nouméa : ORSTOM. *Conv.; Sci. Vie; Agropédol.*, **5** 112 pages.
- L'Huillier L. et Edighoffer S. 1991. Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Etude de la toxicité du nickel sur les plantes cultivées : synthèse des connaissances actuelles. Nouméa : ORSTOM. *Conv.; Sci. Vie; Agropédol.*, **11** : 16 pages.
- L'Huillier L. et Edighoffer S. 1992. Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Etude des effets de doses toxiques de sulfates de nickel sur la croissance, le développement et la nutrition du maïs. Nouméa. ORSTOM. *Conv.; Sci. Vie; Agropédol.*, **13** : 82 pages.
- Le Lot J., E.A. Kirkby and M.L. Van Beusichem. Manganese toxicity in Tomato plants : effects on cation uptake and distribution, *Journal of Plant Nutrition*, 1990, Vol 13, N°5: 513-525.
- Lindsay W. L. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
- Lundegardh H. 1956. Analyse des plantes et problèmes des engrais minéraux. Mémento de l'agronome. 1991. Quatrième édition, collection "Techniques rurales en Afrique". Ministère de la coopération et du développement, Deuxième partie : agriculture spéciale, p. 641-1013.
- Salim R., M. Haddad and I. El-Khatib. 1988. Effect of nickel treatment on the growth of egg-plant. *J. Environ. Sci. Health A23*: 369-379.
- Vanselow A.P. (1966) Nickel. *Diagnostic criteria for plants and soils* (eds H.D. Chapman), pp 302-309. University of California, Riverside.
- Zorn W. and Prause A., (1993) Manganese content of cereals maize and beet as indicator of soil acidity. *Z. Pflanzenernähr. BodenK.*, 156, 371-376

